

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

# **Analýza konstrukce a funkce balistických prvků střelnic**

Design and function analysis of  
shooting ranges ballistic elements

Student:

Vladislava Leišová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Komenda, CSc.

Ostrava 2020

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Vladislava Leišová**

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2302R010 Konstrukce strojů a zařízení

Specializace:

50 Lovecké, sportovní a obranné zbraně a střelivo

Téma:

**Analýza konstrukce a funkce balistických prvků střelnic**  
**Design and Function Analysis of Shooting Ranges Ballistic Elements**

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Proveďte analýzu vlivu konstrukčního řešení balistických prvků střelnic pro ruční palné zbraně na jejich funkci. Zaměřte se zejména na dopadiště střel a jejich optimální řešení s ohledem na použité materiály záchytu, druhy zbraní a střeliva.

1. Obecná charakteristika a rozdělení střelnic pro ruční palné zbraně (dále jen střelnic).
2. Požadavky kladené na střelnice.
3. Právní aspekty výstavby a provozu střelnic.
4. Balistické prvky střelnic.
5. Konstrukce a funkční vlastnosti dopadišť střel.
6. Optimalizace konstrukce dopadiště střel.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996.

Komenda, J. *Střelivo LSOZ*. [Skripta]. Ostrava: VŠB-TU, FS, 2006.

ČSN 39 5401 *Civilní střelné zbraně a střelivo. Střelnice pro ruční palné a plynové zbraně*. Praha: ČNI 1997.

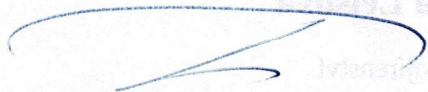
*Právní předpisy z oblasti střelnic.*

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

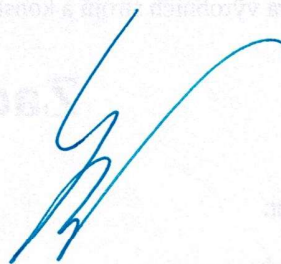
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Komenda, CSc.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty



Mistopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18.5.2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Naděžda Křížová', written over a dotted line.

podpis studenta



Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen
- „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 18.5.2020



podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Vladislava Leišová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Dlouhá 164, 261 01 Příbram II

## **Anotace**

LEIŠOVÁ, V. Analýza konstrukce a funkce balistických prvků střelnice : bakalářská práce. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a řízení, 2020, s. Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Komenda, CSc.

Bakalářská práce popisuje požadavky kladené na střelnice. V první části se zaměřuje na právní aspekty stavby a provozu střelnic, základní charakteristiku a rozdělení střelnic. V druhé části popisuje balistické prvky a různé druhy záchytů střel s ohledem na použité materiály záchytu, a maximální balistickou odolnost a balistickou životnost. Ve třetí části je pro vzájemné porovnání záchytů vypočtena pravděpodobnost poruch, pravděpodobnost bezporuchového provozu a koeficient bezpečnosti na základě, kterého jsou stanoveny bezpečnostní požadavky na dopadiště.

**Klíčová slova:** Střelnice, balistické prvky, záchyt střel, koeficient bezpečnosti

## **Annotation**

LEIŠOVÁ, V. Design and function analysis of shooting ranges ballistic elements : Bachelor Thesis. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2020, 59 p. Supervisor: doc. Ing. Jan Komenda, CSc.

This bachelor thesis deals with the requirements for shooting ranges. The first part focuses on the legal aspects of the construction and operation of shooting ranges, the basic characteristics and the division of shooting ranges. The second part describes different types of missile captures with respect to the used materials, and the maximum ballistic resistance and ballistic lifespan. In the third part, the probability of failures, the probability of fault-free operation and the safety factor are calculated for the mutual comparison of catches, on the basis of which the safety requirements for the impact site are determined

**Keywords:** Shooting range, ballistic elements, bullet trap, safety factor

## Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk.....	10
1. Úvod.....	11
2. Obecná charakteristika rozdělení střelnice pro ruční palné zbraně .....	11
3. Požadavky kladené na střelnice .....	13
3.1.    Právní aspekty výstavby a provozu střelnice.....	13
3.2.    Podmínky podle zákona o zbraních a střelivu .....	13
3.3.    Policie České republiky – Odbor pro zbraně a bezpečnostní materiál .....	16
3.4.    Stavební řízení.....	17
3.5.    Životní prostředí .....	17
3.6.    Hygiena .....	18
3.7.    Požární bezpečnost .....	19
3.8.    Bezpečnost práce .....	20
3.9.    Balistika .....	20
4. Balistické prvky střelnice .....	22
4.1.    Svah .....	22
4.2.    Val .....	22
4.3.    Clony .....	23
4.4.    Okna.....	24
4.5.    Dveře.....	26
4.6.    Střelecké boxy .....	27
4.7.    Obklady .....	28

4.8.	Stěny .....	28
4.9.	Stropy .....	29
4.10.	Podlahy.....	29
4.11.	Záchyty střel .....	30
5.	Konstrukce a funkční vlastnosti dopadiště střel .....	30
5.1.	Granulát s gumou .....	30
5.2.	Gumové bloky s regeneračními kanálky.....	31
5.3.	Přenosný záchyt .....	33
5.4.	Pásy .....	34
5.5.	Šnekový záchyt.....	35
5.6.	Spirálový záchyt.....	36
5.7.	Sendvičový záchyt .....	37
5.8.	Dřevěný záchyt.....	39
5.9.	Nakloněná ocelová deska s pískovým záchytem .....	40
5.10.	Nakloněná ocelová deska s vodou.....	42
5.11.	Gumové obklady stěn .....	43
5.12.	Gumové bloky.....	44
5.13.	Nakloněná ocelová deska .....	46
5.14.	Ocelové lamely .....	47
5.15.	Pneumatiky .....	48
5.16.	Beton tlumící nárazy .....	49
5.17.	Regupol .....	50



5.18.	Spirála .....	51
5.19.	Stěna z granulátu.....	52
5.20.	Val z písku .....	53
6.	Optimalizace konstrukce dopadiště střel .....	54
6.1.	Intenzita poruch .....	54
6.2.	Kategorie poruch I .....	58
6.3.	Kategorie poruch II .....	59
6.4.	Kategorie poruch III .....	59
6.5.	Kategorie poruch IV .....	59
7.	Optimální řešení dopadiště.....	60
8.	Závěr.....	62
9.	Použité zdroje .....	63
10.	Seznam tabulek .....	65
11.	Seznam obrázků .....	66
12.	Přílohy.....	68
12.1.	Seznam příloh.....	68

## Seznam použitých symbolů a zkratk

$\lambda(t)$	Intenzita poruch
$R(t)$	Pravděpodobnost bezporuchového provozu
$Q(t)$	Pravděpodobnost vzniku poruch
$Q_I(t)$	Pravděpodobnost vzniku poruch kategorie I
$Q_{II}(t)$	Pravděpodobnost vzniku poruch kategorie II
$Q_{III}(t)$	Pravděpodobnost vzniku poruch kategorie III
$Q_{IV}(t)$	Pravděpodobnost vzniku poruch kategorie IV
$t_p$	Minimální balistická životnost
$e$	Eulerovo číslo
$k(t)$	Koeficient bezpečnosti
$Z_{max}$	Maximální balistická odolnost

## 1. Úvod

Tato práce řeší požadavky kladené na střelnice, ať už nově vznikající, opětovně schvalované nebo již schválené a provozované. Teoretická část detailně rozebírá právní aspekty výstavby a provozu střelnic. Tyto aspekty jsou pro přehlednost rozděleny podle jednotlivých profesí. V praktické části jsou detailně analyzovány jednotlivé typy dopadišť. Další kapitolou je optimalizace konstrukce dopadiště střel a následuje návrh záchytu střel. Navrhované řešení je osobním názorem autora a nemusí se shodovat s názory ostatních.

Cílem této práce je najít optimální řešení záchytu s ohledem na použité materiály záchytu a druhy zbraní a střeliva. Záchyt střel by měl vyhovovat pro venkovní i vnitřní střelnici a daným požadavkům:

- Balistická odolnost minimálně 7,62 NATO
- maximální balistická životnost
- splnění legislativních podmínek
- maximalizace ochrany životního prostředí
- důraz na bezporuchovost a bezpečnost

## 2. Obecná charakteristika rozdělení střelnic pro ruční palné zbraně

Střelnice jsou zařízení, která jsou určena pro střelbu z ručních palných zbraní dle zákona o zbraních č. 119/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů nebo pro munici dle zákona č. 218/2017 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Střelnice musí splňovat bezpečnostní kritéria podle svého určení a používání zbraní povolené ráže a výkonu. [1]

Střelnice lze dále rozdělit podle ČSN 39 5401 Civilní střelné zbraně a střelivo – Střelnice pro ruční palné a plynové zbraně, která je platná od roku 1997. [2] Rozdělit je možné na druhy střelnic, do tříd a do skupin. Avšak je nutné zdůraznit, že tato norma má pouze doporučující charakter a není, podle platného právní řádu České republiky, závazná.

Tabulka 1 - Druhy střelnic [2]

dle stavebního řešení	dle možného úniku střel	dle použitelných zbraní a střeliva	dle použitých střel	dle délky střelby	dle rozsahu délky střelby	dle doby trvání provozu	dle přístupu veřejnosti	dle způsobu provozování	dle účelu
střelnice venkovní	krytá	pro krátké palné zbraně	pro plášťové střely	do 10 metrů	s pevně danou délkou střelby	stálá	veřejná	komerční	zkušební
střelnice tunelová	polokrytá	pro dlouhé palné zbraně	pro bezplášťové	do 20 metrů	s pevně danými délkami střelby	jednorázová	neveřejná	nekomerční	výcviková
střelnice kombinovaná	otevřená	pro malorážky		do 25 metrů	s proměnlivou délkou střelby				sportovní
		pro brokovnice		do 30 metrů					myslivecká
		pro plynové zbraně		do 50 metrů					vojenská
		pro paintball		do 100 metrů					speciální
				do 200 metrů					
				do 300 metrů					
				do 500 metrů					
				nad 500					

Tabulka 2 - Rozdělení do tříd [2]

Třída 1	Třída 2	Třída 3	Třída 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>Střelnice nekomerční, veřejná, sportovní</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Střelnice komerční, veřejná, s pevně danou délkou střelby nebo pevně danými délkami střelby, určená pro střelbu z místa ze střeleckých stanišť umístěných v oddělených boxech</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Střelnice komerční, veřejná, s proměnlivou délkou střelby, určená pro střelbu ze střeleckých stanišť umístěných v libovolném místě výstřelného prostoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neveřejná střelnice</li> </ul>

Tabulka 3 - Rozdělení do skupin [2]

Skupina K	Skupina H
<ul style="list-style-type: none"> <li>Střelnice pro kulové zbraně (střelnice pro krátké a pro dlouhé palné zbraně, střelnice pro malorážky a střelnice pro plynové zbraně)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Střelnice pro brokovnici (střelnice pro střelbu na pohyblivé asfaltové terče)</li> </ul>

### **3. Požadavky kladené na střelnice**

Požadavky kladené na střelnice vyplývají z právních předpisů, bezpečnosti, ochrany životního prostředí a hygienických norem a dalších požadavků, které stanoví právní řád. Bezpečnost provozu střelnice je pro její úspěšné fungování bezpodmínečná. Musí být zajištěna bezpečnost střelců ale i bezpečnost obsluhy. Musí být zajištěny dostatečně dimenzované stavební prvky na střelnici tak, aby nedocházelo k návratu střel a střepin. V případě venkovní střelnice musí být zajištěna i bezpečnost v okolí střelnice. Jaké konkrétní prvky bezpečnosti budou použity, a v jaké míře, je stanoveno v projektové dokumentaci a v provozním řádu střelnice. [1]

#### **3.1. Právní aspekty výstavby a provozu střelnic**

Požadavky je nutné formulovat jako přesné právní pojetí jednotlivých segmentů. Právní aspekty jsou rozděleny podle jednotlivých profesí. K žádosti o povolení k provozování střelnice se přikládají další dokumenty, které jsou pro přehlednost rozděleny do samostatných odstavců, souvisejících zákonných a podzákonných předpisů, včetně příslušných norem a metodických pokynů.

Požadavky jednotlivých úřadů, jednotlivých úředníků, mohou být zcela odlišné a velmi náročné, a to z důvodu stále se stupňujícího negativního tlaku na výstavby tohoto charakteru. Proto je doporučováno, aby nově zamýšlená stavba střelnice byla od počátku provázena projektantem a balistikem, případně dalšími odborníky a doporučuje se konzultace s jednotlivými úřady ještě před vypracováním projektu.

#### **3.2. Podmínky podle zákona o zbraních a střelivu**

Podmínky, které se vztahují ke schválení střelnice, jsou zakotveny v zákoně č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), ve znění pozdějších předpisů, konkrétně Hlavou VIII tohoto zákona. [1]

### **Střelnice**

#### **§ 52**

#### **Provozování střelnic**

(1) Střelnice pro střelbu ze zbraně kategorie A, B, C nebo D uvedené v § 7 písm. a) nebo b) je komplex zařízení a prostorů určených pro bezpečnou střelbu.

(2) Příslušný útvar policie vydá, na základě žádosti podané na předepsaném tiskopise, jehož vzor stanoví prováděcí právní předpis, povolení k provozování střelnice pouze tehdy, je-li zde zajištěno bezpečné používání zbraní a střeliva.

(3) Obsahem žádosti o povolení k provozování střelnice musí být

- a) osobní údaje nebo údaje identifikující právnickou osobu žadatele,
- b) místo, kde má být střelnice provozována,
- c) osobní údaje fyzické osoby navržené k ustanovení správcem střelnice,
- d) sdělení, zda střelnice má být používána k podnikatelským účelům,
- e) datum zahájení a ukončení provozování střelnice, nejedná-li se o provozování střelnice na dobu neurčitou.

(4) K žádosti o povolení k provozování střelnice je žadatel povinen připojit

- a) listinu prokazující oprávnění užívat nemovitost jako střelnici,
- b) provozní řád střelnice ověřený znalcem v oboru balistiky, obsahující zejména situační náčrt střelnice s vyznačením prostředků k zajištění bezpečnosti při střelbě, a vzor označení správce střelnice s uvedením funkce, jména a příjmení,
- c) výpis z obchodního rejstříku, je-li žadatel v něm zapsán,
- d) souhlas vlastníka nebo nájemce pozemku nebo střelnice s provozováním střelnice; je-li zřízení střelnice požadováno na honebním pozemku, též souhlas uživatele honitby.

(5) Příslušný útvar policie si za účelem posouzení žádosti o povolení k provozování střelnice opatří výpis ze živnostenského rejstříku, pokud má být střelnice používána k podnikatelským účelům.

(6) Příslušný útvar policie může povolení k provozování střelnice časově omezit, nejedná-li se o provozování střelnice na dobu neurčitou. V takovém případě uvede v rozhodnutí začátek a konec doby platnosti povolení k provozování střelnice.

(7) Povinné obsahové náležitosti provozního řádu střelnice stanoví prováděcí právní předpis.



## **§ 53**

### **Pozastavení provozování střelnice**

(1) Příslušný útvar policie rozhodne o pozastavení provozování střelnice, jestliže

a) provozování střelnice prokazatelně ohrožuje život nebo zdraví osob, životní prostředí nebo majetek, nebo

b) správce střelnice nevykonává svou funkci a provozovatel střelnice neustanoví nového správce střelnice do 30 dnů od ukončení výkonu funkce dosavadního správce střelnice.

(2) Příslušný útvar policie může rozhodnout o pozastavení provozování střelnice, jestliže se změnilы podmínky, za nichž bylo vydáno povolení k jejímu provozování.

(3) Příslušný útvar policie v rozhodnutí o pozastavení provozování střelnice stanoví přiměřenou lhůtu k odstranění nedostatků; tuto lhůtu lze v odůvodněných případech prodloužit.

(4) Odvolání proti rozhodnutí o pozastavení provozování střelnice podle odstavců 1 a 2 nemá odkladný účinek.

(5) Příslušný útvar policie povolení k provozování střelnice zruší, pokud nebudou ve stanovené lhůtě odstraněny nedostatky, pro něž bylo provozování střelnice pozastaveno.

## **§ 54**

### **Povinnosti provozovatele střelnice**

(1) Provozovatel střelnice je povinen oznámit do 10 pracovních dnů příslušnému útvaru policie, který vydal povolení k provozování střelnice,

a) změnu provozního řádu střelnice,

b) změnu správce střelnice,

c) změny, které mohou mít vliv na bezpečnost provozu střelnice, nebo

d) ukončení provozování nebo zrušení střelnice.

(2) Provozovatel střelnice je dále povinen

a) zajistit při provádění střelby přítomnost správce střelnice na střelnici a

b) vybavit střelnici lékárníčkou první pomoci, jejíž obsah stanoví prováděcí právní předpis.

## **§ 55**

### **Správce střelnice**

(1) Správcem střelnice je osoba odpovědná za bezpečný provoz střelnice a může jím být jen fyzická osoba starší 21 let, která je nejméně 3 roky držitelem zbrojního průkazu skupiny B, C, D nebo E.

(2) Správce střelnice je povinen

a) při výkonu funkce nosit viditelně označení správce střelnice stanovené provozním řádem střelnice,

b) zajistit přístupnost provozního řádu střelnice,

c) zajistit dodržování provozního řádu a ostrahu střelnice,

d) zajistit, aby střelbu na střelnici prováděla jen osoba, která je k tomu oprávněna,

e) zastavit střelbu na střelnici v případě ohrožení života, zdraví a majetku a

f) oznámit bez zbytečného odkladu útvaru policie zranění nebo usmrcení osoby při střelbě nebo při manipulaci se zbraní na střelnici.

### **3.3. Policie České republiky – Odbor pro zbraně a bezpečnostní materiál**

Hlavním úřadem pro schválení střelnice je Policie České republiky, odbor pro zbraně a bezpečnostní materiál. Příslušný útvar policie si za účelem posouzení žádosti o povolení k provozování střelnice opatří výpis ze živnostenského rejstříku, pokud má být střelnice používána k podnikatelským účelům. Příslušný útvar policie může povolení k provozování střelnice časově omezit, nejedná-li se o provozování střelnice na dobu neurčitou. V takovém případě uvede v rozhodnutí začátek a konec doby platnosti povolení k provozování střelnice. Povinné obsahové náležitosti provozního řádu střelnice stanoví prováděcí právní předpis. [1]

Rizikovým faktorem je práce správce střelnice, nejdůležitější osoby na střelnici, která zodpovídá za bezpečný chod na střelnici. Výkon funkce správce střelnice s sebou nese mnoho zodpovědnosti, a to hlavně při vzniku mimořádných situací, jako jsou zranění třetí osoby nebo úmrtí třetích osob, kdy správce musí danou situaci řešit jednak v souladu

s ustanovením v provozním řádu, tak v součinnosti s příslušným orgánem integrovaného záchranného systému. Správce střelnice se zodpovídá ze svého jednání provozovateli střelnice a postupuje dle jeho pokynů, stejně tak příslušným orgánům státní správy.

Příslušným útvarem je míněn odbor služby po zbraně a bezpečnostní materiál, příslušný podle sídla právnické osoby, nebo místa pobytu fyzické osoby. Policie ČR schvaluje provozování střelnice, která není v rozporu s ustanovením zákona o zbraních a povoluje provoz rozhodnutím. Schvalování provozu střelnice se řídí správním řádem. [3]

Související předpisy důležité k vybudování střelnice jsou:

- Zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 221/2017 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o zbraních
- Vyhláška č. 99/1995 Sb., o skladování výbušnin, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 455/1991 Sb. Zákon o živnostenském podnikání (živnostenský zákon)
- Zákon č. 500/2004 Sb. Správní řád

### **3.4. Stavební řízení**

Stavební řízení je nedílnou součástí nově budované střelnice. Stavební řízení probíhá ve dvou fázích, a to nejprve řízením o stavebním povolení a následně o kolaudačním řízení. U obou řízení je nutné získat závazné stanovisko dotčených orgánů. Dotčenými orgány v tomto případě jsou Krajská hygienická stanice, Odbor životního prostředí, Odbor dopravy, Stanice Hasičského záchranného sboru, Odbor krizového řízení, případně městský úřad nebo magistrát. Tyto orgány se na základě předložené projektové dokumentace vyjadřují a kladou požadavky pro budoucí provoz a jeho schválení. Úspěšným výsledkem kolaudačního řízení je kolaudační souhlas, jež je dokladem prokazujícím oprávnění k užívání stavby. Stavební řízení se řídí zákonem o územním plánování a jelikož jde o správní řízení tak i správním řádem.

Použité podklady pro stavební bezpečnostní řešení

- Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu

### **3.5. Životní prostředí**

Minimalizace dopadů na životní prostředí patří mezi základní požadavky kladené na střelnici. Jedná se o soubor požadavků na likvidaci nebezpečného odpadu a vznikajícího při provozu střelnice a to především vystřelených mosazných a železných nábojnic,

vystřelených střel na dopadové ploše převážně z olova s příměsí antimonu a dalších chemických látek, musí provádět firma s oprávněním k likvidaci nebezpečného odpadu dle zákonných norem a směrnic, na základě smlouvy o odvozu nebezpečného odpadu.

V případě střelnic, které nemají dimenzované zachytné zařízení střel jako samostatné řešení střelnice, ale využívají pouze svah či val ze zeminy či písku, který není dostatečně oddělen od ostatního prostředí, se jedná o velké riziko pro životní prostředí. Ve většině případů nejsou tyto valy sanovány. Střely pronikají přímo do půdy a je zde velké riziko kontaminace půdy a podzemních vod.

### **3.6. Hygiena**

Hygienické předpisy důležité pro vybudování střelnice jsou zakotveny v předpisech O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. V něm jsou stanoveny nejvyšší přípustné hodnoty hladiny hluku a vibrací, minimální hodnoty odsávaného a dodávaného vzduchu vzduchotechnikou. Dále předpis o hygienickém zázemí, které se týká dostatečného počtu sociálních a hygienických zařízení dimenzovaných podle počtu návštěvníků, zajištění oddělených prostor pro zaměstnance (sociální zařízení, šatna). Dostatečné odhlučnění prostor, a to i směrem k sousedním objektům. Dostatečné osvětlení pracovních prostor a prostoru střelnice. Tyto hygienické požadavky platí pro všechny typy střelnic používaných zejména k podnikatelským účelům.

Při výstavbě tunelové střelnice je nutné zajistit vzduchotechnické zařízení pro řízené větrání (dále jen VZT). VZT jednotka slouží k zajištění dostatečné výměny vzduchu v objektu. Komponenty osazené na vstupu/výstupu VZT jednotky zajišťují požadovanou úroveň techniky a čistoty vyměňované vzdušiny tak, aby prostředí v objektu celkově odpovídalo hygienickým požadavkům. V ideálním případě je při běhu VZT jednotky zajištěna kompletní výměna vzduchu v celém objektu každých 5 minut. Navazující VZT potrubí je osazeno komponenty (lamely, filtry), které zajišťují zachycení a separaci škodlivin a znemožňují jejich následné šíření do okolního – venkovního prostředí. Tyto komponenty jsou periodicky měněny v souladu s technickou dokumentací výrobce. Výměnu zajišťuje vždy firma s oprávněním, resp. autorizací k tomuto úkonu. U venkovních a kombinovaných střelnic jdou všechny tyto zplodiny přímo do ovzduší, bez možnosti filtrace.

Použité podklady pro hygienické bezpečnostní řešení

- Nařízení vlády č. 272 ze dne 24. srpna 2011, O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

- Vyhláška č. 505/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o sociálních službách, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 262/2006 Sb. Zákon zákoník práce
- Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí

### 3.7. Požární bezpečnost

Požárně bezpečnostní řešení stavby, dále jen PBR, je nedílnou součástí nejen projektové dokumentace nově vznikající střešnice, ale i střešnic, které jsou již v provozu. Řeší únikové cesty při požáru, dimenzování hasicích přístrojů, použité materiály, stavební konstrukci z hlediska požární odolnosti a dělení stavby na požární úseky.

V případě, že je se jedná o tunelovou střešnici, kde je použito řízené větrání – vzduchotechnická jednotka, je nutné tuto jednotku osadit, na základě PBR, protipožárními klapkami v daném stupni požární odolnosti. PBR vypracovává autorizovaná osoba.

Nejrizikovějším faktorem na střešnicích je bezkonkurenčně požár. Střešný prach a jeho zplodiny jsou vysoce hořlavé. Proto je bezesporu důležité mít střešnici stavebně upravenou tak, aby byl střešnický tunel samostatným požárním úsekem s dostatečným množstvím hasicích přístrojů, a to zejména pěnových. Nelze ovšem opomenout i další místnosti. Přesné umístění hasicích přístrojů řeší požární bezpečnost jako samostatný projekt, ke kterému se vyjadřuje Hasičský záchranný sbor.

Použité podklady pro požárně bezpečnostní řešení

- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN 73 0818 Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektů osobami
- ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb – Změny staveb
- ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
- Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
- Vyhláška Ministerstva vnitra č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany

- Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů vydal PAVUS, a.s., Centrum technické normalizace pro požární ochranu v Praze 2009
- Zákon č. 133/1985 Sb. Zákon České národní rady o požární ochraně

### **3.8. Bezpečnost práce**

Dodržování předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) patří mezi základní povinnosti všech zaměstnanců a osob které se zdržují s vědomím zaměstnavatele na pracovištích a absolvovaly základní školení o bezpečnosti práce. Znalost těchto předpisů je nedílnou a trvalou součástí kvalifikačních předpokladů. Jedním z hlavních úkolů zaměstnavatele je vytvářet zaměstnancům příjemné pracovní prostředí, dostatečné proškolení BOZP, profesionální přístup, bezplatné zabezpečení ochranných pracovních pomůcek, péče o zdraví zaměstnanců, předcházení pracovním úrazům a okamžité odstranění závad, které k nim vedou. Avšak je BOZP pro provoz střelnice nutné řešit až po rozhodnutí o povolení k provozu, a to v důsledku její návaznosti na ověřený provozní řád střelnice a rozhodnutí hygienické stanice.

### **3.9. Balistika**

Vyjádření znalce z oboru balistika je nedílnou součástí žádosti o schválení provozování střelnice. Balistik ověřuje Provozní řád střelnice, který je závazný pro každého návštěvníka střelnice. Povinnými obsahovými náležitostmi provozního řádu střelnice jsou

- jméno, případně jména, příjmení a datum narození fyzické osoby nebo údaje identifikující právnickou osobu provozovatele střelnice,
- uvedení místa, kde je střelnice provozována, včetně uvedení jména, případně jmen, příjmení a data narození fyzické osoby nebo údajů identifikujících právnickou osobu vlastníka pozemku, na kterém je střelnice provozována, není-li totožný s provozovatelem střelnice,
- sdělení, zda je střelnice používána k podnikatelským účelům,
- sdělení, zda je střelnice přístupná veřejnosti,
- datum ukončení provozování střelnice, jedná-li se o provozování střelnice na dobu určitou,
- vymezení denní a roční doby, ve které je dovoleno na střelnici provádět střelbu, a
- pravidla evidence osob využívajících střelnici,
- jméno, případně jména, příjmení, datum narození a telefonní spojení na každého ustanoveného správce střelnice,
- vzor označení správce střelnice, které obsahuje uvedení funkce, jména a příjmení a název střelnice,



- uvedení oprávnění a povinností správce střelnice, případně též dalších osob, zejména provozovatele střelnice, zdravotnické služby a pořadatelů,
- přehledný situační nákres střelnice s vyznačením dovoleného směru střelby a prostředků k zajištění bezpečnosti při střelbě,
- uvedení druhů zbraní povolených ke střelbě a uvedení výrobního provedení střeliva a nejvyššího výkonu střeliva, případně nejvýkonnější přípustné ráže střeliva, povoleného ke střelbě,
- povolené způsoby střelby z jednotlivých druhů dovolených zbraní a minimální i maximální dálky střelby,
- pravidla bezpečnosti provozu střelnice, především zásady zacházení se zbraní a střelivem na střelnici,
- bezpečnostní pravidla střelby a pravidla pohybu osob v prostoru střelnice,
- postup při vzniku mimořádných událostí a
- další sdělení významná s ohledem na technické řešení střelnice a bezpečnost jejího provozu. [1] [5]

Balistik výše zmiňované navrhuje a ověřuje na základě skutečného stavu a tak aby se minimalizovalo riziko zranění osob na střelnici. Odborné posouzení bezpečnosti provozu na střelnici provádí formou ověření provozního řádu. Znalecký posudek zákon nevyžaduje. Je běžnou praxí, že balistik navrhuje řešení záchytu střel a balistických prvků střelnice již při jejím vzniku a vydává znalecký posudek za účelem získání stavebního povolení.

Balistik navrhuje vhodné řešení balistického záchytu – dopadiště jak pro kryté střelnice, tak pro střelnice venkovní. Kryté střelnice mají dopadiště střelnic řešené různými způsoby. Zastoupeny jsou dopadiště písková, ocelová v kombinaci s různými druhy pásů, nebo dopadiště z pneumatik. Protože jsou vnitřní střelnice většinou limitovány svou délkou, která je většinou v rozmezí 10 až 25 metrů. Zastoupena jsou dopadiště písková, ocelová v kombinaci s různými druhy pásů, nebo dopadiště z pneumatik. U venkovních střelnic se v České republice nejčastěji setkáváme s pískovým nebo hliněným valem. Vzhledem k tomu, že některé venkovní střelnice vznikly ještě před platností zákonů, tak jak je známe dnes, nejsou zcela správně z pohledu dnešních požadavků na bezpečnost, hygienické normy a hlavně ekologii, řešeny jejich dopadiště.

Při hledání optimálního řešení balistického záchytu je důležité naslouchat nejen požadavkům investora ale i požadavkům jednotlivých profesí. Při návrhu pro venkovní i vnitřní střelnice je vhodné přihlídnout kromě balistických vlastností i k dalším vlastnostem, jako jsou ekonomičnost dopadiště, jednoduchost údržby, ekologičnost dopadiště a možnost následné recyklace nejen střel, ale i použitého dopadiště, což může být při použití některých materiálů, ve kterých střela zůstává, problematické.

Nehledě na to, že je nutné přihlédnout k provozování střelnice a funkčnosti dopadiště z hlediska intenzity poruch a stanovení koeficientu bezpečnosti. Protože úraz nebo zranění osoby s fatálními následky způsobené odrazem fragmentu střely od dopadiště může znamenat přerušení nebo ukončení provozu střelnice. Vzhledem k tomu, že není statisticky možné vyslovit teorii založenou na 100 % předpokladu bezpečnosti, je nutné alespoň předpoklad bezpečnosti formulovat tak, aby se z pohledu statistiky se jednalo o extrémně nepravděpodobnou situaci.

## **4. Balistické prvky střelnic**

Balistické prvky střelnic slouží k zajištění bezpečnosti na střelnicích. Zvyšují bezpečnost nejen střelce ale i obsluhy střelnice. Jsou dimenzované podle použitých zbraní a střeliva a navrhované podle počtu střeleckých stanovišť, délky střelnice a typu střelnice.

### **4.1. Svah**

Nakloněný terén se využívá zejména u venkovních nebo kombinovaných střelnic jako záchyt střel, nebo jako boční vedení střeleckého koridoru. Nevýhodou je, že není od okolního prostředí nijak oddělen a střely vnikají přímo do půdy. Rovněž je velkou nevýhodou, že může docházet k sesouvání a erozi půdy. Proto je vhodnější použití valu, který bývá vyztužen materiálem, který sesuvu brání. Při zásahu střela proniká do půdy, kde se zastaví a kde zůstává, stejně jako u valu.

### **4.2. Val**

Je násyp, často ještě vyztužený kůly, trámy nebo palisádou. Val se využívá především u venkovních nebo kombinovaných střelnic. Velmi často boční val slouží jako sekundární bezpečná zóna střelnice, nebo jako boční záchyt střel střeleckého koridoru. Tím je umožněn rozsah střelby 180°. Použitými materiály valu jsou nejčastěji zeminy či písky. Z pohledu životního prostředí je vhodné val stavebně oddělit od okolní půdy.



*Obrázek 1 - Využití valů u kombinovaných střelnic [16, upraveno autorem]*

#### **4.3. Clony**

U venkovních nebo kombinovaných střelnic jsou využívány clony, které slouží eliminaci střely, která by mohla opustit prostor střelnice nebo je zde riziko přestřelení valu, který slouží jako záchyt střel. Materiál, ze kterého jsou zábrany tvořeny je ocel různé balistické odolnosti. Často jsou na střelnicích k vidění zábrany tvořené jen ze dřeva nebo jako kombinace ocel – dřevo.



*Obrázek 2 - Clony u venkovní střelnice [17, upraveno autorem]*

U vnitřních střelnic se využívají ocelové desky různých tloušťek a různé balistické odolnosti od ocele válcované za studena po Hardox či Armox. Desky bývají namontovány u stropu na samostatné konstrukci. Umisťují se v řadách pod různými úhly, tak aby riziko odrazu bylo minimální. Nejčastěji pod úhlem  $30^\circ - 45^\circ$  v závisti na vzdálenosti od střeleckého stanoviště. Desky lze pro zvýšení bezpečnosti opatřit materiálem, který minimalizuje riziko odrazu střely. Používají se gumové a dřevěné obklady.



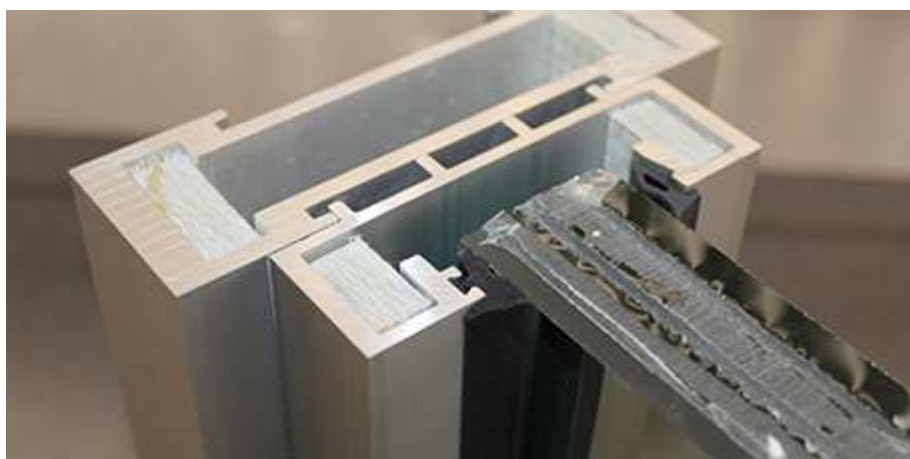
*Obrázek 3 - Clony umístěné pod stropem [18, upraveno autorem]*

#### **4.4. Okna**

Zejména u vnitřních střelnic jsou za střeleckými stanovišti nebo vedle nich instalována okna. Těmito okny je možné vidět do střeleckého tunelu a obsluha tedy může snadno kontrolovat bezpečnost a provoz na střeleckých stanovištích. V kombinaci s prosklenými střeleckými boxy je zajištěna maximální přehlednost a možnost kontroly střelců bez instalace kamerového systému. Pro zajištění bezpečnosti obsluhy, je nutné volit materiál a tloušťku skla a uložení do balistického rámu podle zvolené balistické odolnosti tak aby okno bylo tvořeno neprůstřelným sklem vsazeným do balistického rámu.



*Obrázek 4 – Nutná tloušťka skla podle zvolené ráže [19, upraveno autorem]*



*Obrázek 5 - Uložení v balistickém rámu [20]*



*Obrázek 6 - Příklad instalace okna [21, upraveno autorem]*

#### **4.5. Dveře**

Vstupní dveře do samotného střeleckého tunelu, je vhodné navrhovat s ohledem na používané zbraně a střelivo na střelnici. Tak, aby v případě výstřelu směřovaného na dveře došlo k pohlcení střely samotnými dveřmi. Ideálním materiálem je ocelová deska opatřena materiálem, který minimalizuje riziko odrazu střely.





*Obrázek 7 - Dveře do střeleckého tunelu [22]*

#### **4.6. Střelecké boxy**

Střelecké boxy je vhodné opatřit mezi sebou neprůstřelnou stěnou. Ideální je ocelová deska, na které je akusticky pohltivý materiál, který zároveň bude tvořit protistřepinovou ochranu, v případě zásahu stěny boxu. Velmi oblíbené jsou prosklené boxy, které tvoří balisticky odolnou stěnu. Nevýhodou skla je, že se není akusticky pohltivé a netvoří ani protistřepinovou ochranu.



*Obrázek 8 - Prosklené střelecké stanoviště [23, upraveno autorem]*

#### 4.7. Obklady

Nejen balisticky odolné, ale i akustické obklady jsou hojně využívány zejména na vnitřních a kombinovaných střelnicích. Jako akusticky pohltivý materiál se používá plamafon. Jedná se o nehořlavý nebo samozhášivý akustický molitan, ve tvaru jehlanů poskládaných vedle sebe. Plamafon nezabraňuje případným odrazům střel. Proto materiály, které jsou dnes používány na střelnicích jako obklady, v sobě kombinují balistickou ochranu a akusticky pohltivou složku. Velmi oblíbené jsou obklady z recyklované gumy, které pohltí střelu v ráži 7,62 NATO ale výrazně přispívají k odhlučnění samotné střelnice.



*Obrázek 9 – Plamafon [24]*

#### 4.8. Stěny

Stěny vnitřních nebo kombinovaných střelnic jsou většinou postaveny z cihel nebo obdobného stavebního materiálu. Pro své vlastnosti je v posledních letech využíváno ztracené bednění různé tloušťky. Stěny jsou opatřeny obklady, a to z bezpečnostního a akustického hlediska.



*Obrázek 10 - Obklad z recyklované gumy [18, upraveno autorem]*

#### **4.9. Stropy**

U vnitřních střelnic bývají pod stropem zavěšeny clony bránící proniknutí střel ke stropu. V případě, že tyto clony nejsou použity, je nutné navrhnout strop jako samostatný balistický prvek.

#### **4.10. Podlahy**

U venkovních střelnic je většinou podlaha tvořena udusanou hlínou, nebo betonovou deskou. U kombinovaných střelnic bývá nejčastěji použita betonová deska, která je opatřena nátěrem, nebo jsou zde použity další podlahové krytiny.

U vnitřních střelnic se materiál na podlaze mění podle umístění. Na střeleckých stanovištích se nejčastěji setkáme s dlažbou, linem, nátěrem z epoxydové pryskyřice nebo i ocelovými rošty, které slouží k propadávání vystřelených nábojnic. V samotném střeleckém tunelu bývá použit pouze nátěr na betonovém nebo jiném základu.

#### 4.11. Záchyty střel

Záchytům střel je v souladu se zadáním věnována samostatná kapitola.

### 5. Konstrukce a funkční vlastnosti dopadiště střel

Společnosti, které se zabývají výrobou balistických prvků střelnice, především dopadišť je velmi mnoho, hlavně v U.S.A. V Evropě je několik známých firem, které se zabývají nejen výrobou a montáží dopadišť, ale především dodávkou řešení střelnic na klíč. Tyto společnosti dodávají kompletní řešení hlavně ozbrojeným složkám do různých států.

Hlavní zástupci balistických záchytů střel střelnic, které se používají na vnitřních nebo venkovních střelnicích byly rozděleny kromě popisu podle balistické odolnosti, minimální životnosti, požadavků před montáží dopadiště, doby instalace, náročnosti údržby a funkčních vlastností dopadiště.

#### 5.1. Granulát s gumou

**Maximální balistická odolnost:** .50 [6]

**Minimální balistická životnost:** 50 000 střel [6]

**Popis konstrukce:** Dopadiště granulátu s gumou je velká vertikální ocelová konstrukce složená z ocelového rámu s ocelovou zadní deskou a ocelovými nebo dřevěnými stěnami. Přední strana je z gumových pásů používaných u dopravníků v dolech nebo lomech. Vnitřek je naplněn recyklovaným, granulovaným materiálem z pneumatik. Ve spodní části je umístěn systém se sběrným žlabem pro snadnou recyklaci a odstraňování zachycených střel a gumy. [6]

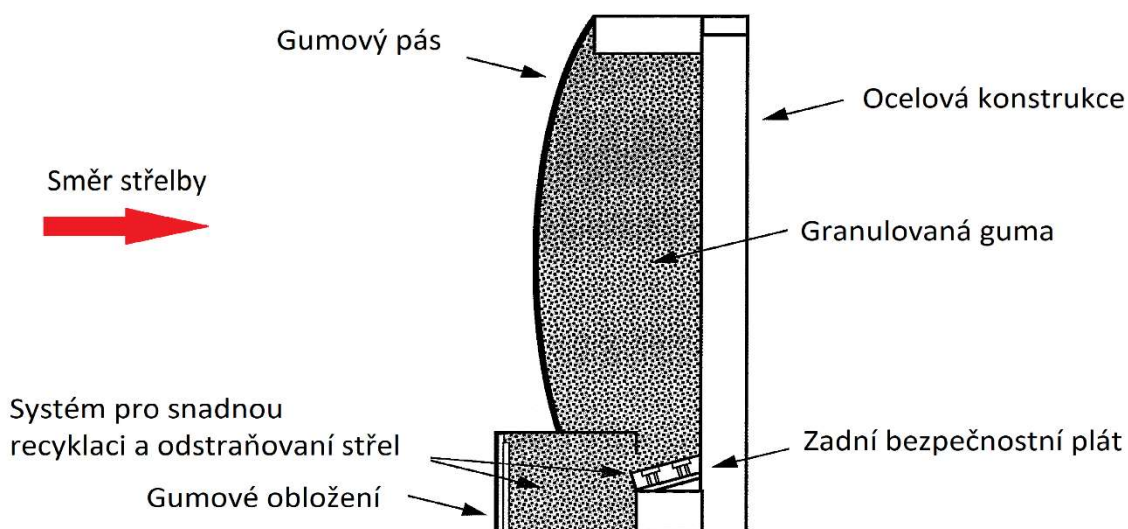
**Požadavky před montáží:** betonová základna [6]

**Doba instalace:** 2 dny [6]

**Údržba:** Doporučuje se měsíčně. Na údržbu je určen speciální dvoustupňový vysavač / dmychadlo, jehož funkce je oddělit recyklát od střel ve sběrném žlabu a recyklát vrátit zpět do horní části dopadiště. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela, která vnikne přes gumový pás se zastaví v gumovém recyklátu, obvykle do 30 cm. Střela je zpravidla neporušená a nedochází k jejímu tříštění,

vzniku fragmentů a tím ke vzniku olovnatých par a mikročástic. Střely postupně propadávají granulátem a shromažďují se na dně žlabu, kde jsou při údržbě vyjmuty a dále recyklovány. Pokud je gumový plát někde více opotřeben vstupem střel je možná jeho oprava za pomoci gumové záplaty a malých šroubů, kterými se záplata přichytí ke gumovému pásu. [6]



Obrázek 11 – Granulát s gumou [6, upraveno autorem]

## 5.2. Gumové bloky s regeneračními kanálky

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 Nato a menší [6]

**Minimální balistická životnost:** 10 000 – 20 000 střel dle ráže, než se blok otáčí [6]

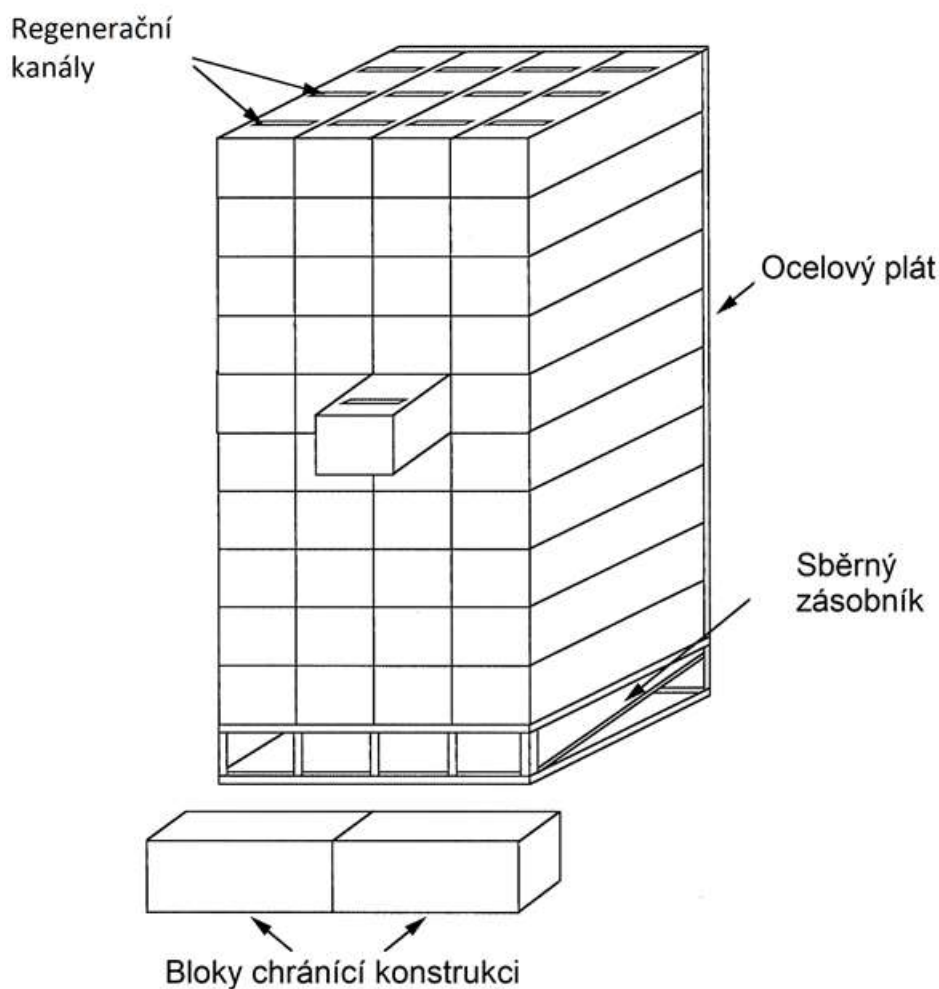
**Popis konstrukce:** Systém TEC se skládá ze sady velkých bloků vyrobených z drčeného, recyklovaného materiálu z pneumatik, které byly zesílené Kevlarem®. Délka jednoho bloku je 76,2 cm, šířka 30,48 cm, výška 22,86 cm a váha je 27,22 kilogramu. Bloky jsou vyskládány na konstrukci, pod kterou je umístěn sběrný zásobník na střely. Před ocelovou konstrukcí jsou umístěny nadměrně velké bloky, které konstrukci chrání proti případnému zásahu. Velkou výhodou je modulárnost tohoto systému. [6]

**Požadavky před montáží:** betonová základna [6]

**Doba instalace:** 4 hodiny [6]

**Údržba:** Je nutná vizuální kontrola alespoň jedenkrát za týden. Kontrolují se samotné bloky a v případě nadměrného opotřebení se otočí o 180° vertikálně, čímž se zvyšuje životnost bloku i samotného záchyty. Nutná je rovněž kontrola zásobníku na střely a jejich vyjmutí. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela proniká do bloku, dokud neztratí svou rychlost. Vnitřek každého bloku obsahuje regenerační kanály, které umožňují vstřeleným projektilům, aby propadly do zásobníku. Střely jsou většinou neporušené. Částice kaučuku také vypadávají do regeneračních kanálů, ne ve velkém množství. Umístění a velikost regeneračních kanálů lze přizpůsobit použitému střelivu, také proto materiál, ze kterého jsou vyrobeny regenerační kanály, plastický. [6]



Obrázek 12 – Gumové bloky s regeneračními kanálky [6, upraveno autorem]



### 5.3. Přenosný záchyt

**Maximální balistická odolnost:** Krátké ruční zbraně [6]

**Minimální balistická životnost:** 3000 střel, než je nutné vyprázdnit zásobník. Životnost bariery Lina tex bude záviset na použití typu střel. JHP, HP, Wand Custer snižují její životnost, která se standardně uvádí minimálně 10 000 střel. [6]

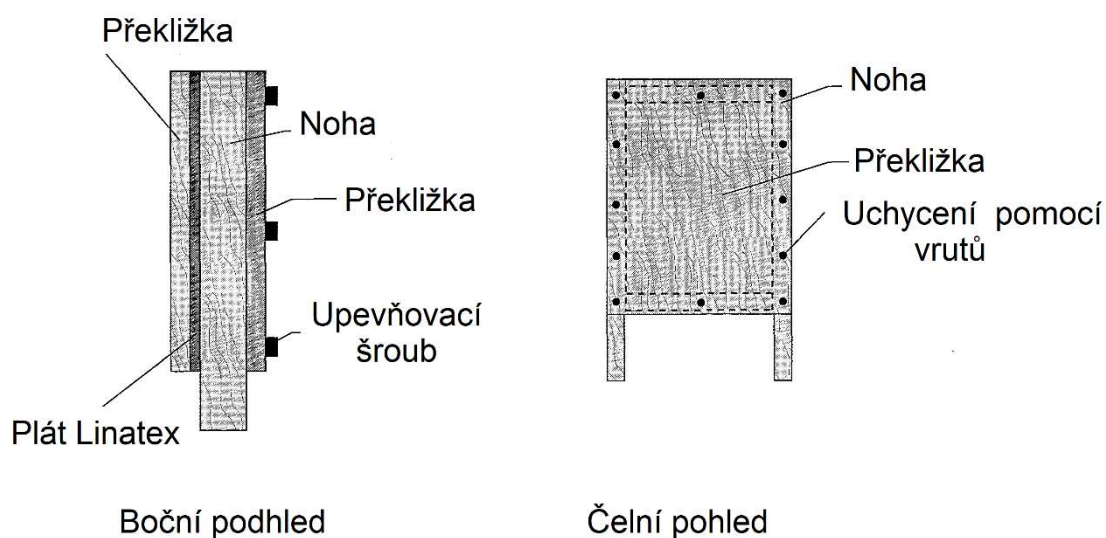
**Popis konstrukce:** Lapač se skládá ze 4 dřevěných noh, které jsou dlouhé přibližně 183 cm. Zadní strana je opatřena ocelovou deskou o šířce 76 cm a výšce 122 cm, která je přichycena šrouby. Na přední straně je bariéra z Linatexu. Na Linatexu je překližka, na kterou se umísťuje terč. Přepokládá se, že u rozšíření nohou dojde k větší stabilitě terčového zařízení a životnost Linatexu se prodlouží o 50 %. [6]

**Požadavky před montáží:** Žádné, záchyt je plně přenosný 2 osobami [6]

**Doba instalace:** 0 [6]

**Údržba:** Dle potřeby [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela pronikne Linatexem. Linatex se natahuje, dokud střela nenarazí na ocelovou desku. Následně se Linatex vrátí a těsní, tvoří bariéru proti odrazům. Fragmenty střel zůstanou v lapači. [6]



Obrázek 13 - Přenosný záchyt [6, upraveno autorem]

## 5.4. Pásy

**Maximální balistická odolnost:** .50 [6]

**Minimální balistická životnost:** 50 000 střel před výměnou pásů [6]

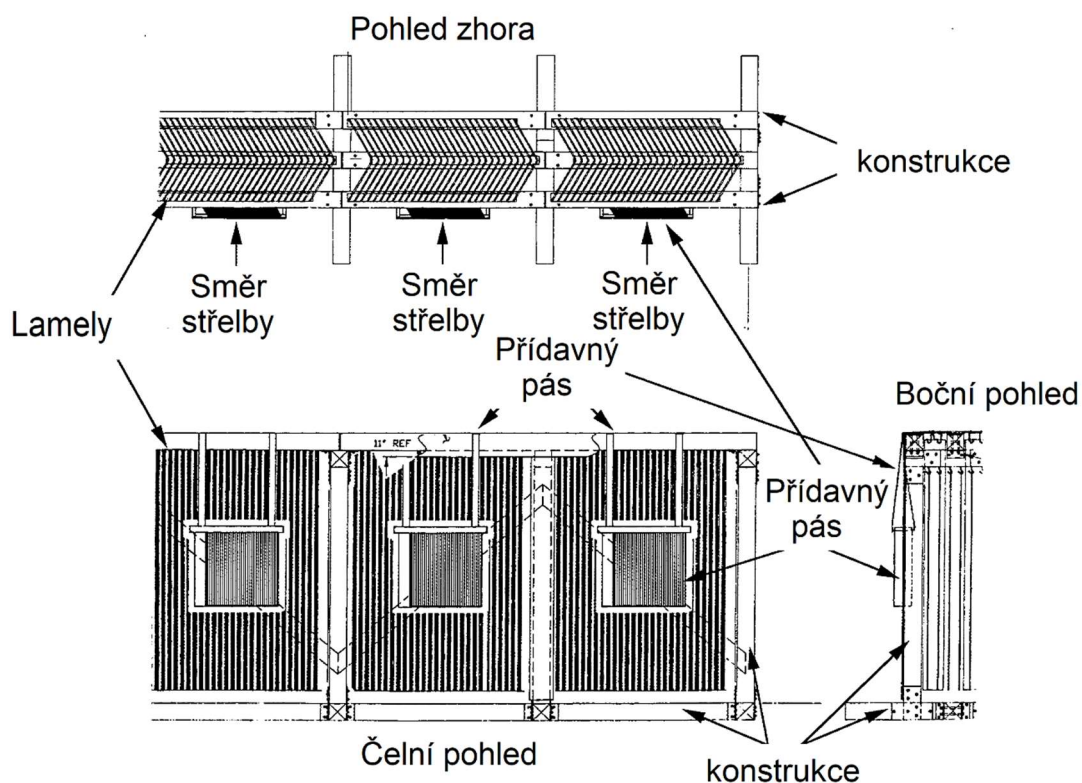
**Popis konstrukce:** Pásové dopadiště se skládá z pásů dlouhých dle požadavků dopadiště, volně zavěšených na kolejnicích. Jako materiál může být použitý gumový pás, nebo pás z gumového recyklátu. Velmi populární jsou pásy Multiflex, Rotoflex a Kombiflex. Na střed, do terčové linie, je efektivní přidat samostatný pás o rozměru velikosti terče. [6]

**Požadavky před montáží:** Betonová základna [6]

**Doba instalace:** 2 dny [6]

**Údržba:** Lamely se vyměňují dle potřeby. Je možné lamely, které jsou neopotřebované vyměnit za lamely, které jsou opotřebované více. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela proniká lamelami, dokud se nesníží její rychlost natolik, že spadne do zásobníku. Střely většinou dále



nefragmentují. [6]

## 5.5. Šnekový záchyt

**Maximální balistická odolnost:** .50 [6]

**Minimální balistická životnost:** minimálně 250 000 střel [6]

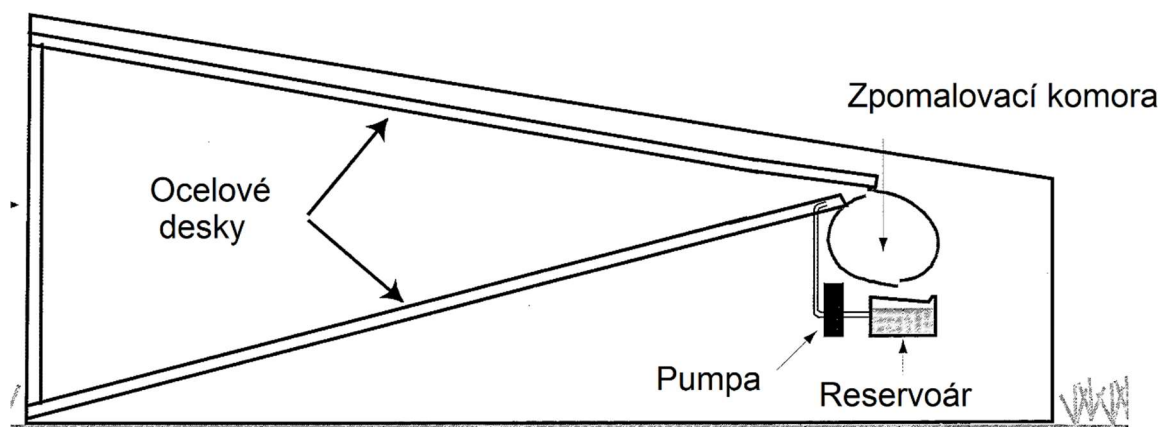
**Popis konstrukce:** Šnekový záchyt tvoří třídlílná zpomalovací komora s ocelovými deskami, které jsou v přední části nastaveny pod úhlem 12° pro snadnější navedení střely do komory. Vstřikovač zavádí aerosol vody s olejem na bodě vstupu do zpomalovací komory. Kulka se točí kolem komory, dokud nezpomalí natolik, aby se zastavila a propadla otvorem ve spodní části. Nepoužitý aerosol steče zpět do reservoáru. Šíře záchytu je možné přizpůsobit potřebám střelnice. [6]

**Požadavky před montáží:** Betonová základna [6]

**Doba instalace:** 2 dny, jedná se o modulární systém [6]

**Údržba:** Závisí na druhu a počtu střel. Kapacita sběrného zásobníku je 25 000 střel, než začnou střely blokovat šnek. Reservoár by měl být kontrolován každý týden. [6]

**Funkční vlastnosti:** Záchyt je založen na principu odstředivého zpomalení. Střela je nasměrována do zpomalovací komory dvěma ocelovými deskami, které jsou nastaveny pod úhlem 12° k vodorovné základně. Střela se točí uvnitř komory, dokud neztratí rychlost a nespadne do sběrného zásobníku. Když střela vstoupí do komory, klouzá po povrchu maziva a snižuje opotřebení. Pro venkovní střelnice je z reservoáru tekutina tvořena z vody a rozpustného oleje. Pro vnitřní střelnice je nutná voda, minerální olej a příměs etylenglykolu, jenž potlačuje olověné páry a prach, čímž zvyšuje bezpečnost střelců i obsluhy. [6]



Obrázek 15 - Šnekový záchyt, [6, upraveno autorem]

## 5.6. Spirálový záchyt

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

**Minimální balistická životnost:** 250 000 střel [6]

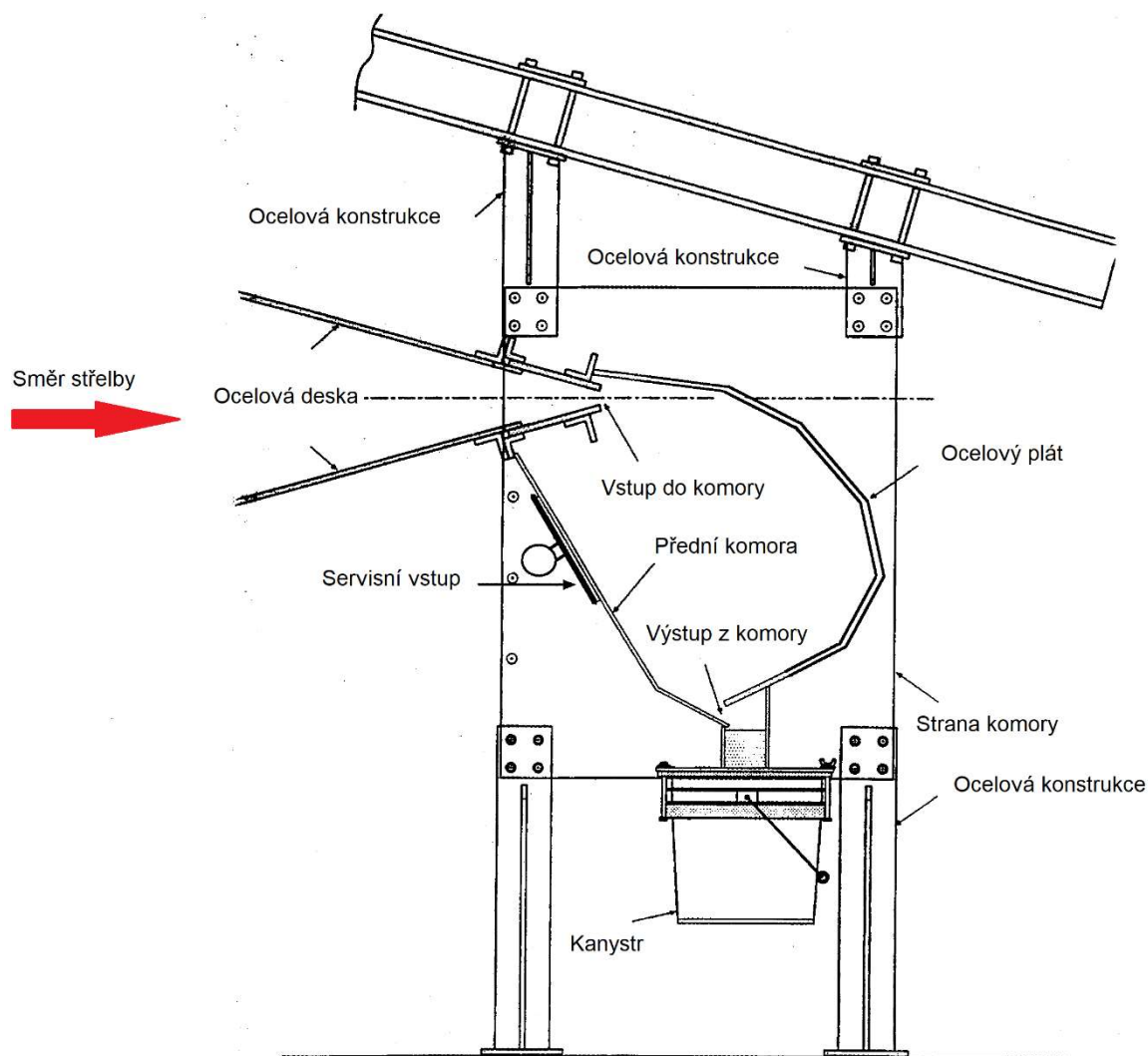
**Popis konstrukce:** Spirálová komora s ocelovými deskami nahoře, dole a v přední části pod úhlem  $12^\circ$  od vodorovné základny, aby se střela odrazila do zpomalovací komory. Počáteční ocelové desky jsou přišroubované, aby bylo snadné je nahradit, při nadměrném opotřebení. [6]

**Požadavky před montáží:** Betonová základna [6]

**Doba instalace:** Neuvedena [6]

**Údržba:** Sběrný kanystr by měl být kontrolován každý týden a vyprázdněn nebo vyměněn podle potřeby. [6]

**Funkční vlastnosti:** Spirálový záchyt je založen na principu odstředivého zpomalení. Střelu směřují ocelové desky, které jsou pod úhlem  $12^\circ$  od vodorovné základny. Střela, je navedena nakloněnými deskami, které ji směřují do spirály, kde by následně měla zastavit a měla spadnout do sběrného kontejneru. Tento typ dopadiště lze použít u vnitřních i venkovních střelnic. [6]



Obrázek 16 – Spirálový záchyt, [6, upraveno autorem]

## 5.7. Sendvičový záchyt

**Maximální balistická odolnost:** .50 [6]

**Minimální balistická životnost:** 25 000 střel [6]

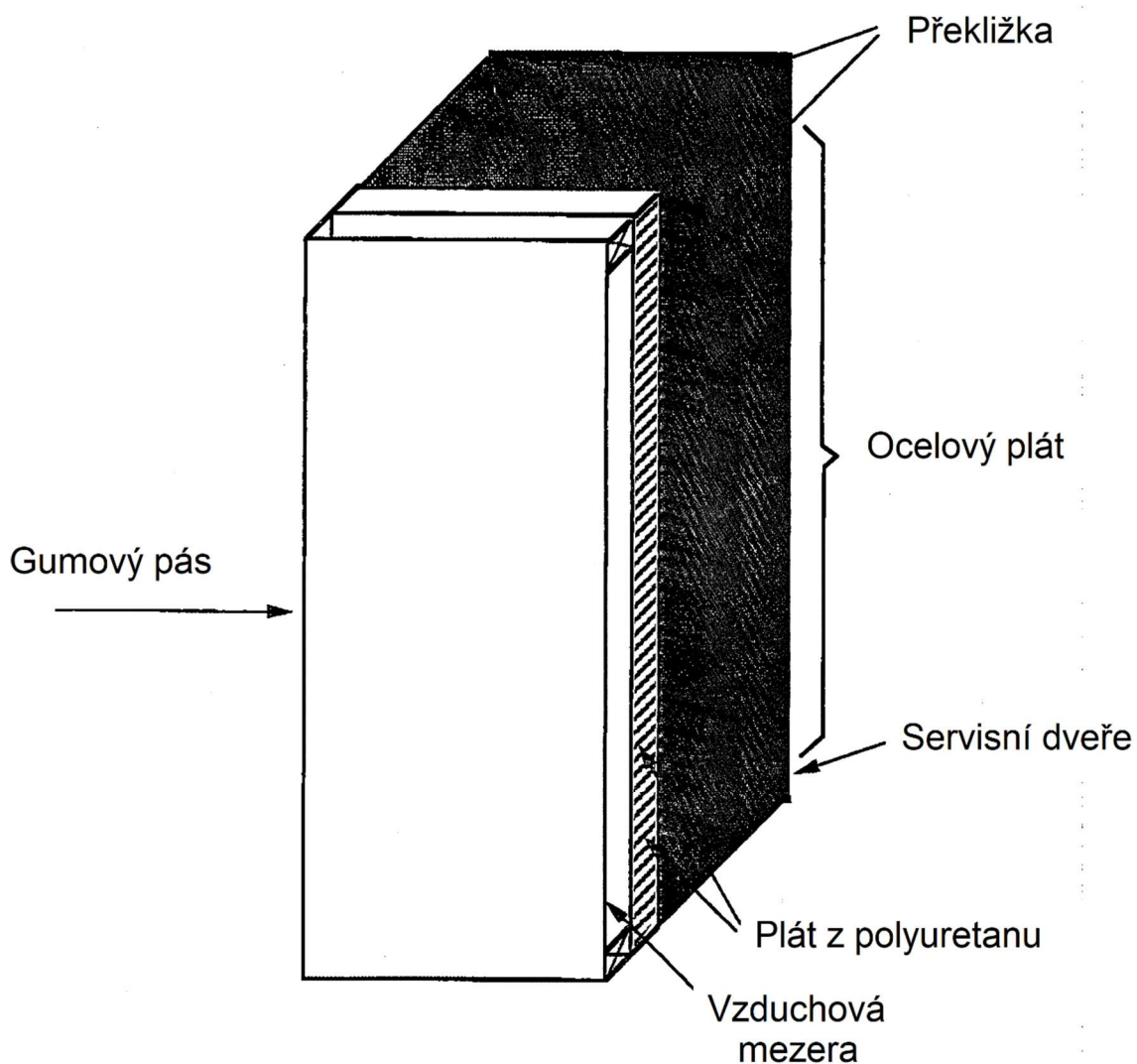
**Popis konstrukce:** Dopadiště je vertikální krabice složená z gumového pásu v přední části, vzduchové mezery a 5 cm deskou z polyuretanu. Boky a zadní část je z ocelové desky. Interiér je vyplněn gumovým granulátem z měkké gumy. Šířka i hloubka krabice je 1 metr. V zadní části jsou přístupové dveře pro servisní úkony jako jsou vyjmutí granulátu a jeho následné oddělení od střel. Gumový granulát je možné používat opakovaně, je plně recyklovatelný. [6]

**Požadavky před montáží:** Betonová základna [6]

**Doba instalace:** 4 hodiny [6]

**Údržba:** Doporučuje se měsíčně. Dle potřeby se vyměňují polyuretanové desky a odstraňuje zrnitý materiál z nich. Gumové obložení se v případě potřeby opatřuje gumovými záplatami. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela proniká předním gumovým závěsem, polyuretanovou deskou a zastaví se většinou po 30 centimetrech v granulovaném materiálu. Pistolové střely pronikají poněkud méně. Střela ráže 9 mm pronikne pouze gumovým pásem, ale do polyuretanové desky již nepronikne. Místo toho se odrazí, odskočí na přední clonu a spadne na dno. [6]



Obrázek 17 - Sendvičový záchyt s granulátem, [6, upraveno autorem]

## 5.8. Dřevěný záchyt

**Maximální balistická odolnost:** .50 [6]

**Minimální balistická životnost:** závisí na typu použitého dřeva a typu střeliva, ale několik tisíc by mělo vydržet, než nastane patrná degradace, odhadem 50 000 střel [6]

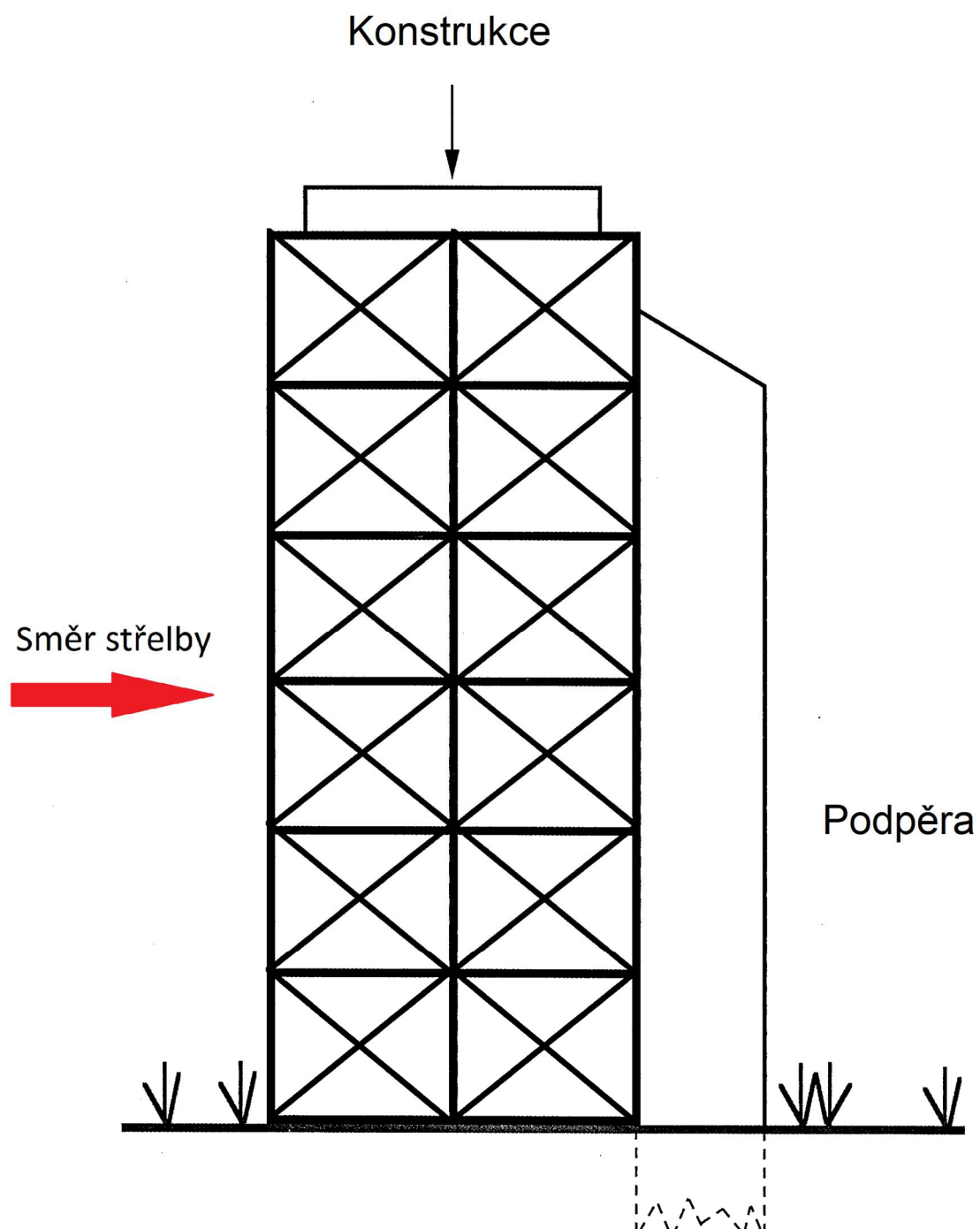
**Popis konstrukce:** Jednoduchý záchyt tvořený na sobě naskládanými dřevěnými pražci, nebo poleny kolmo k ose střelby. Rozměry mohou být plně přizpůsobeny potřebám střelnice. Může být přidána další výplň. Některé pražce mohou být impregnovány černouhelným dehtem, a proto jejich použití není vhodné u krytých střelnic. [6]

**Požadavky před montáží:** Rovná pevná základna [6]

**Doba instalace:** Záleží na velikosti a na tom, zda bude přidána další výplň, proto je uváděn rozptyl 8 hodin až několik dní. [6]

**Údržba:** Obvykle je nutná kompletní výměna použitého dřeva. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela prochází pražcem nebo polenem po směru vláken, kde je zbrzděna až do úplné ztráty rychlosti a zde zůstává. Výhoda je, že se dopadiště snadno kontroluje, dřevo je dostupné a jednoduše se opracovává. Nevýhodou je, že se dřevo po delší době střelby zcela rozpadá, střely zůstávají smíchané se dřevem a je problém je separovat. [6]



Obrázek 18 – Dřevěný záchyť [6, upraveno autorem]

### 5.9. Nakloněná ocelová deska s pískovým záchytem

Maximální balistická odolnost: 7,62 NATO [6]



**Minimální balistická životnost:** Liší se v závislosti na použitém materiálu při konstrukci ocelové desky a dle typu střeliva, které je používáno při střelbě. [6]

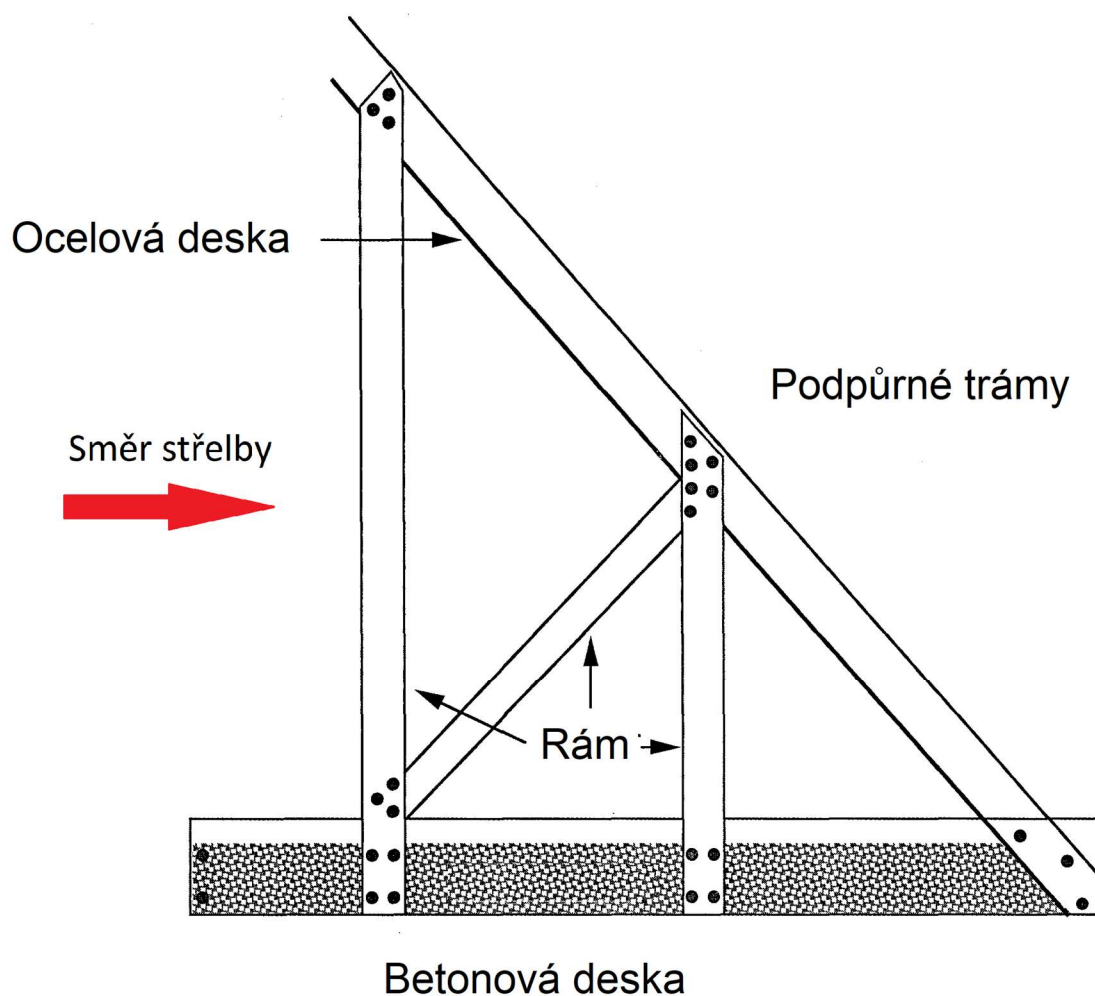
**Popis konstrukce:** Velká ocelová deska je umístěna v úhlu, nakloněná tak, aby střely byly odraženy směrem dolů, do pískového záchytu. [6]

Požadavky před montáží: Betonová základna [6]

**Doba instalace:** Několik dnů, je nutné, aby instalace prováděla odborná firma, a to vzhledem k váze ocelového plechu. [6]

**Údržba:** Fragmenty střel se hromadí ve spodní části, kde jsou smíchané s pískem. Měsíčně nebo dle potřeby je potřeba prosát písek a tím oddělit střely od písku. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela narazí do ocelové desky, kde se vytvoří olovnatý prach a současně se rozmaže olovo po ocelové desce. Zbytky olova na desce dále přispívají ke znečištění vzduchu. Fragmenty střely se mohou odrazit zpět a mohou skončit i mimo dopadiště. Velkou nevýhodou je následné čištění dopadiště, které vyžaduje ochranu personálu. [6]



Obrázek 19 – Nakloněná ocelová deska s pískovým záchytem [6, upraveno autorem]

## 5.10. Nakloněná ocelová deska s vodou

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

**Minimální balistická životnost:** Liší se v závislosti na použitém materiálu při konstrukci ocelové desky a dle typu střeliva, které je používáno při střelbě. [6]

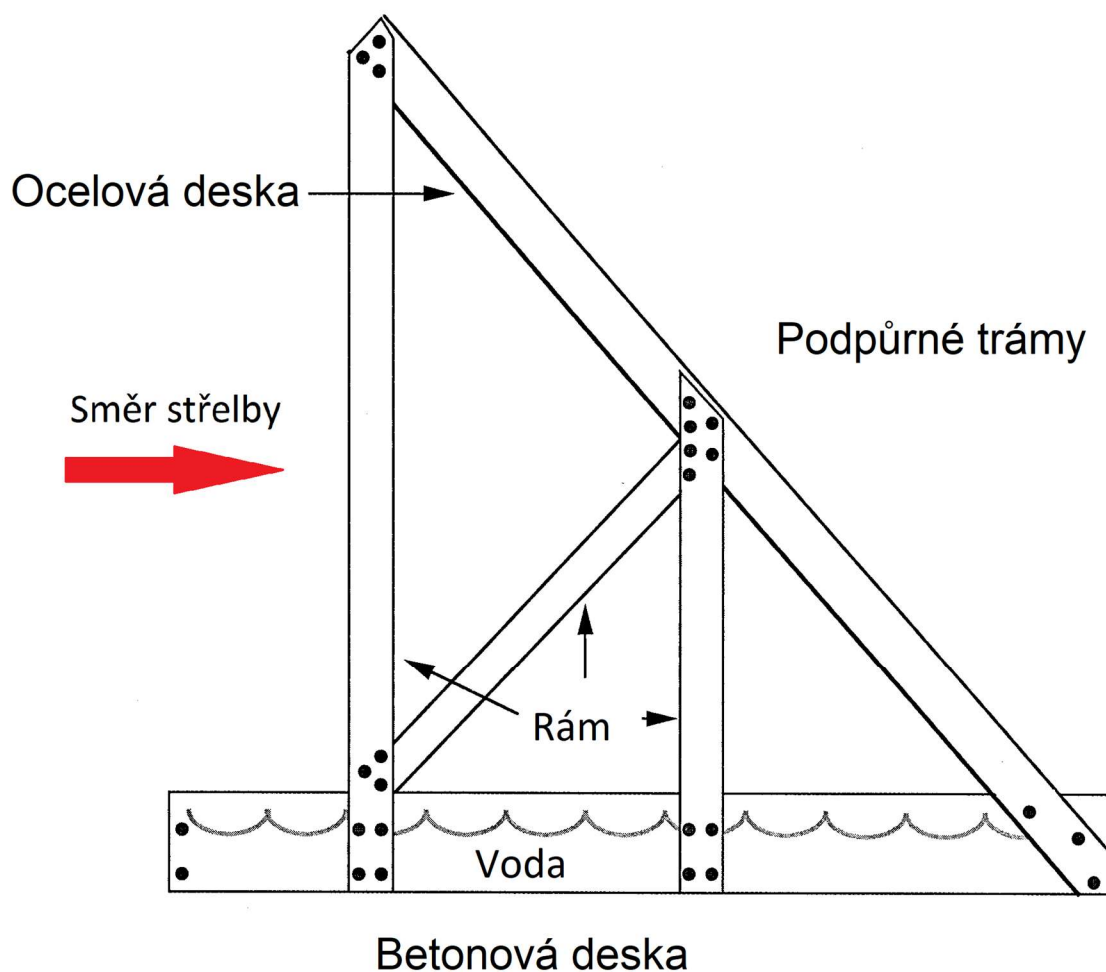
**Popis konstrukce:** Velká ocelová deska je umístěna v úhlu, nakloněná tak, aby střely byly odraženy směrem dolů, do koryta naplněného vodou. [6]

**Požadavky před montáží:** Betonová základna [6]

**Doba instalace:** Několik dnů, je nutné, aby instalace prováděla odborná firma, a to vzhledem k váze ocelového plechu. [6]

**Údržba:** Fragmenty střel se hromadí ve spodní části, kde padají do vody. Měsíčně nebo dle potřeby je potřeba vyjmout fragmenty střel z vody. Je zde velká pravděpodobnost kontaminace vody olovem. Je zde velké riziko nakládání s nebezpečným odpadem. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střely dopadají na ocelový plech, kde se odráží směrem dolů, do koryta naplněného vodou. Výhoda oproti záchytu z písku spočívá ve snadnější získání střel z vody. Nevýhodu vodního koryta je dále nákladnější údržba, hlavně při použití na venkovních střelnicích v zimním období. [6]



Obrázek 20 - Nakloněná ocelová deska s vodou [6, upraveno autorem]

### 5.11. Gumové obklady stěn

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

**Minimální balistická životnost:** Liší se v závislosti na použitém materiálu a typu střeliva. Obecně se ale uvádí 10 000 střel. [6]

**Popis konstrukce:** Dopadiště složené z gumových bloků, nebo bloků vyrobených z recyklátu. Jsou na sobě naskládány tak, aby vytvořily bariéru. Používají se především jako balistická ochrana stěn, stropů, v objektech, které slouží pro výcvik ozbrojených složek. Déle je můžeme použít jako samostatný lapač střel pro rozmístěné terče v objektu, který slouží ke střeleckému výcviku. Bloky se liší svou velikostí a váhou, která se pohybuje mezi 25–30 kg na jeden blok. [6]

**Požadavky před montáží:** Nespecifikovány [6]

**Doba instalace:** 4 dny [6]

**Údržba:** Vizuální kontrola závislá na frekvenci střelby. Snadná výměna opotřebovaného bloku za nový. [6]

**Funkční vlastnosti:** Když střela zasáhne blok, dojde třením k jejímu rychlému zastavení, obvykle se zastaví do 60 cm. Výhodou tohoto dopadiště je jeho modulárnost a snadná údržba. Nevýhodou je zvýšené riziko požáru a nevyřešená otázka ekologické likvidace těchto bloků. [6]

## 5.12. Gumové bloky

Maximální balistická odolnost: 7,62 NATO [6]

**Minimální balistická životnost:** Liší se v závislosti na použitém materiálu a typu střeliva. Obecně se ale uvádí 10 000 střel. [6]

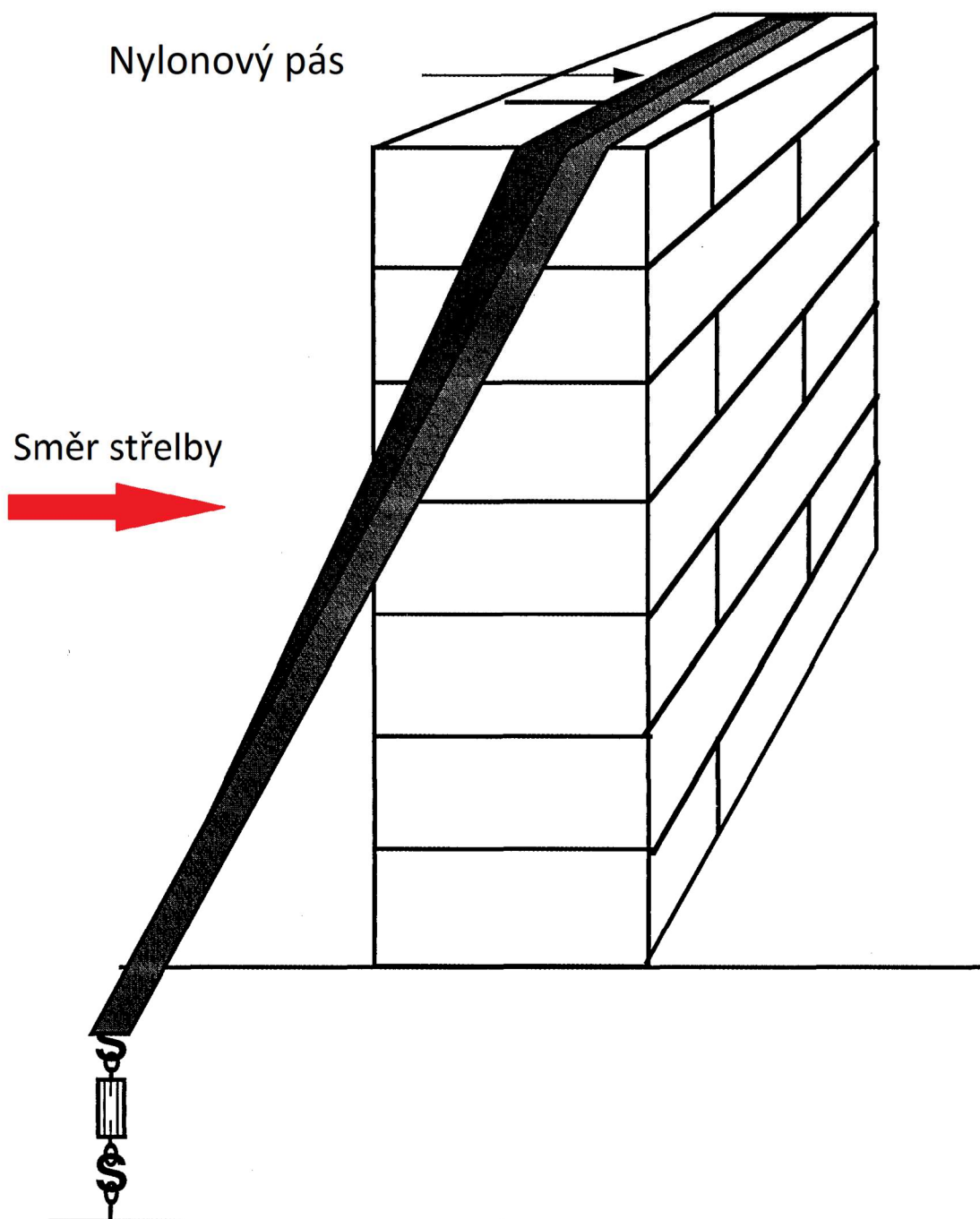
**Popis konstrukce:** Lapač se skládá z různých bloků, které tvoří voskové, plastové, gumové nebo jiné recyklované materiály, poskládané tak, aby tvořily bariéru. Pro jejich soudržnost je možné použít konstrukci nebo pás. [6]

**Požadavky před montáží:** Rovný pevný podklad [6]

**Doba instalace:** 4 hodiny [6]

**Údržba:** Vizuální kontrola závislá na frekvenci střelby. Snadná výměna opotřebovaného bloku za nový. [6]

**Funkční vlastnosti:** Stejně jako u gumových obkladů stěn. Střela vnikne do bloku, kde obvykle zůstává, než do ní narazí další střela. Výhodou je bezesporu, že střely se dále netříští a zůstávají neporušené. Nevýhodou mohou být u venkovních střelnic klimatické dopady, obzvláště v letních měsících a stejně jako u gumových obkladů je i zde problém s ekologickou likvidací. [6]



Obrázek 21 - Gumové bloky [6, upraveno autorem]

## 5.13. Nakloněná ocelová deska

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

**Minimální balistická životnost:** Záleží na použitém střelivu a rovněž na použitém materiálu pro ocelovou desku. [6]

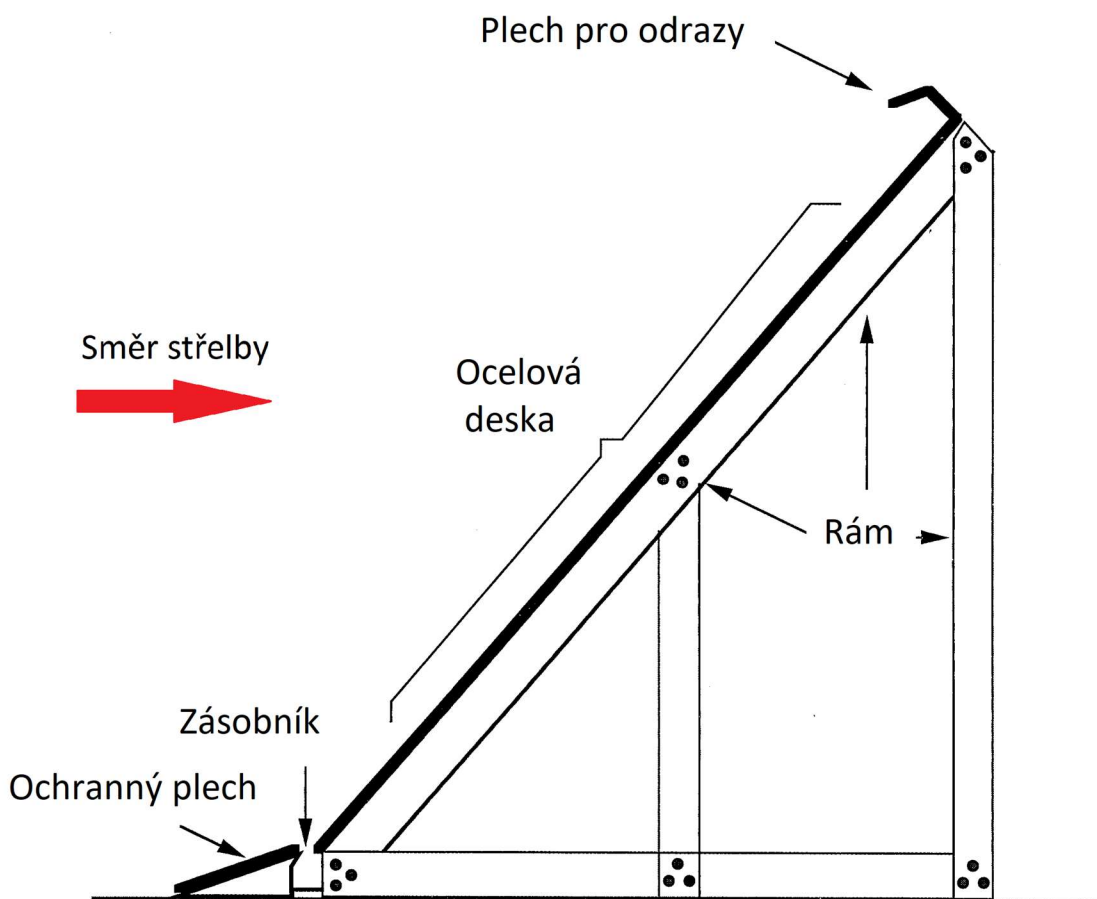
**Popis konstrukce:** Velice rozšířený druh dopadiště z důvodu jednoduchosti konstrukce. Konstrukci tvoří nakloněná ocelová deska. Střely jsou shromažďovány v zásobníku, který je umístěn pod dopadištěm. [6]

**Požadavky před montáží:** Rovný pevný podklad [6]

**Doba instalace:** Několik dní. Vzhledem k povaze materiálu je nutná montáž odbornou společností, a to z několika důvodů, jako je obtížná svařitelnost materiálu zejména Hardox a Armox a váha plátů. [6]

**Údržba:** Požadavky na údržbu jsou periodická kontrola zásobníku a případná výměna plného zásobníku. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela zasáhne nakloněnou desku. Střela, která po nárazu na desku ztrácí svou energii, tvoří fragmenty a poté sklouzne dolů do zásobníku. Výhodou je snadnost sběru střel ze zásobníku, ale za zvýšených bezpečnostních podmínek a nutná je i ochrana personálu. Nevýhodou je dále fragmentace střel, možnost odrazů, vysoké náklady na výrobu a instalaci. [6]



Obrázek 22 – Nakloněná ocelová deska [6, upraveno autorem]

## 5.14. Ocelové lamely

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

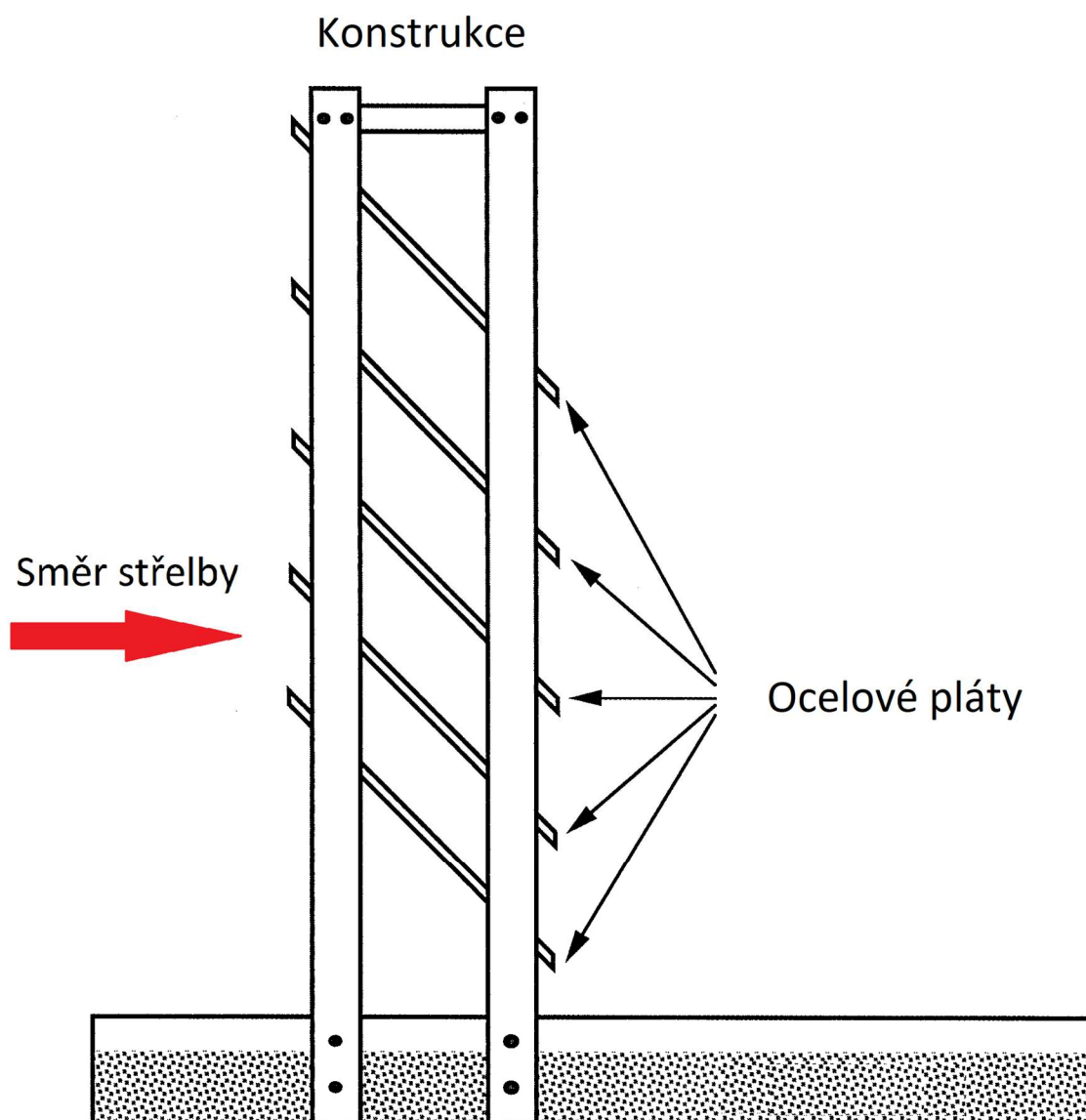
**Minimální balistická životnost:** Záleží na použitém střelivu a rovněž na použitém materiálu pro ocelové desky. [6]

**Popis konstrukce:** Ocelová konstrukce s uspořádanými ocelovými deskami ve vertikálním stojanu. Každá ocelová deska ve stojanu je nakloněna. Délka ocelového plechu se pohybuje od 36 do 46 centimetrů. Desky jsou uspořádány tak, aby se překrývaly. Ve spodní části stojanu je zásobník naplněný pískem, kde jsou zachytávány fragmenty střel. [6]

**Doba instalace:** Několik dní. Vzhledem k povaze materiálu je nutná montáž společností, a to z několika důvodů, jako je obtížná svařitelnost materiálu zejména Hardox a Armox a váha plátů. [6]

**Údržba:** Jednou měsíčně či méně je nutné přesít písek a oddělit fragmenty střel. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela zasáhne plech, fragmentuje, tvoří mikročástice a uvolňuje olověný prach. Zbytky fragmentů padají po ztrátě energie do pískového zásobníku. Velkou výhodou jsou rozměry záchytu. Nevýhodou jsou možné odrazy při zásahu hrany desky. [6]



Obrázek 23 -Ocelové lamely [6, upraveno autorem]

### 5.15. Pneumatiky

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

**Minimální balistická životnost:** Dle použitého střeliva [6]

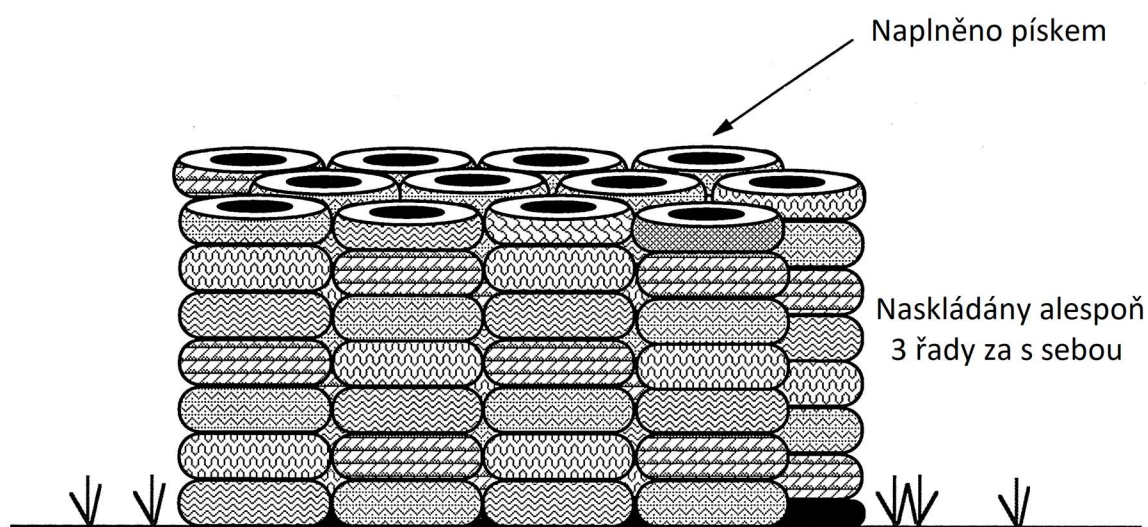


**Popis konstrukce:** Pneumatiky nebo plastové sudy se poskládají na sebe a zasypou pískem a umístí se přímo za terče. [6]

**Doba instalace:** Několik hodin, přesný čas závisí na velikosti a složitosti dopadiště [6]

**Údržba:** Jednou měsíčně, nebo dle potřeby, je nutné fragmenty smíchané s pískem přesít a dle potřeby pneumatiky vyměnit. Je možné i pneumatiky otočit a tím prodloužit jejich životnost. Likvidace pneumatik je legislativně upravena a je nutné dodržovat platnou legislativu při ekologické likvidaci. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela proniká pneumatikou na úroveň písku. Procházením různými materiály se střela zpomaluje až do úplného zastavení. Nevýhodou je riziko odrazů fragmentů a odrazů od samotné pneumatiky. [6]



Obrázek 24 – Pneumatiky [6, upraveno autorem]

## 5.16. Beton tlumící nárazy

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

**Minimální balistická životnost:** 1000 střel před opravou [6]

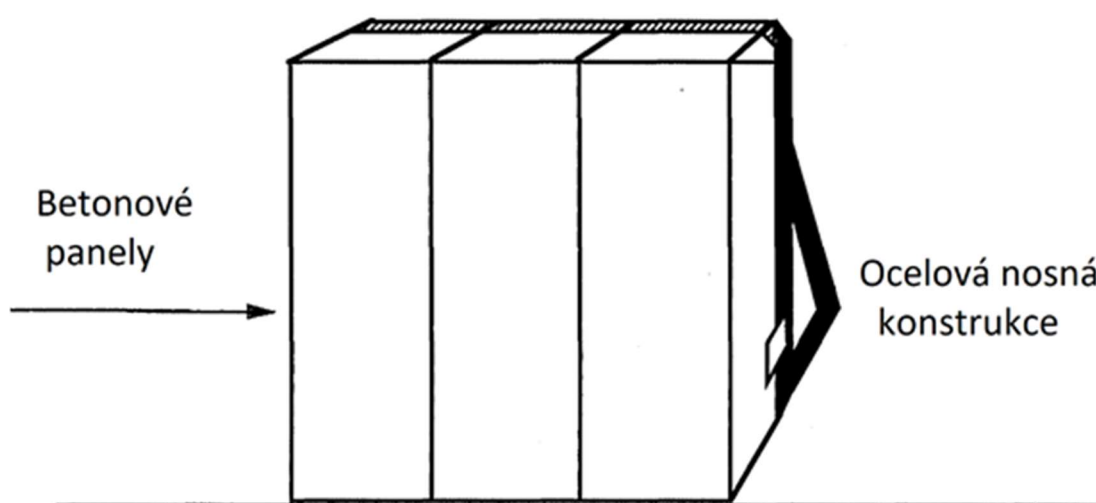
**Popis konstrukce:** Panely jsou namontovány do ocelových držáků I-nosníků a seskupeny do stěn tak aby mohly být vylity betonem. Výhodou je, že lze docílit rozličných forem a tvarů. Betonový panel by měl mít tloušťku alespoň 60 centimetrů. Balistický beton

má nižší hustotu ve srovnání s běžným betonem. Nižší hustoty je docíleno tužícími vlákny a přídavkem extrudovaných polystyrenových kuliček. [6]

**Doba instalace:** 1 den a 28 dní na technologickou přestávku – vytvrzení betonu, nebo je možné použít již prefabrikované panely. [6]

**Údržba:** Po 1 000 ranách je beton erodován zhruba ze dvou třetin. Je nutné, aby byla prázdná místa opravena. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela snáze pronikne do betonu díky jeho nízké hustotě. Beton snáze absorbuje rázové vlny a střely. [6]



Obrázek 25 - Betonové panely [6, upraveno autorem]

## 5.17. Regupol

**Maximální balistická odolnost:** Ruční palné zbraně [6]

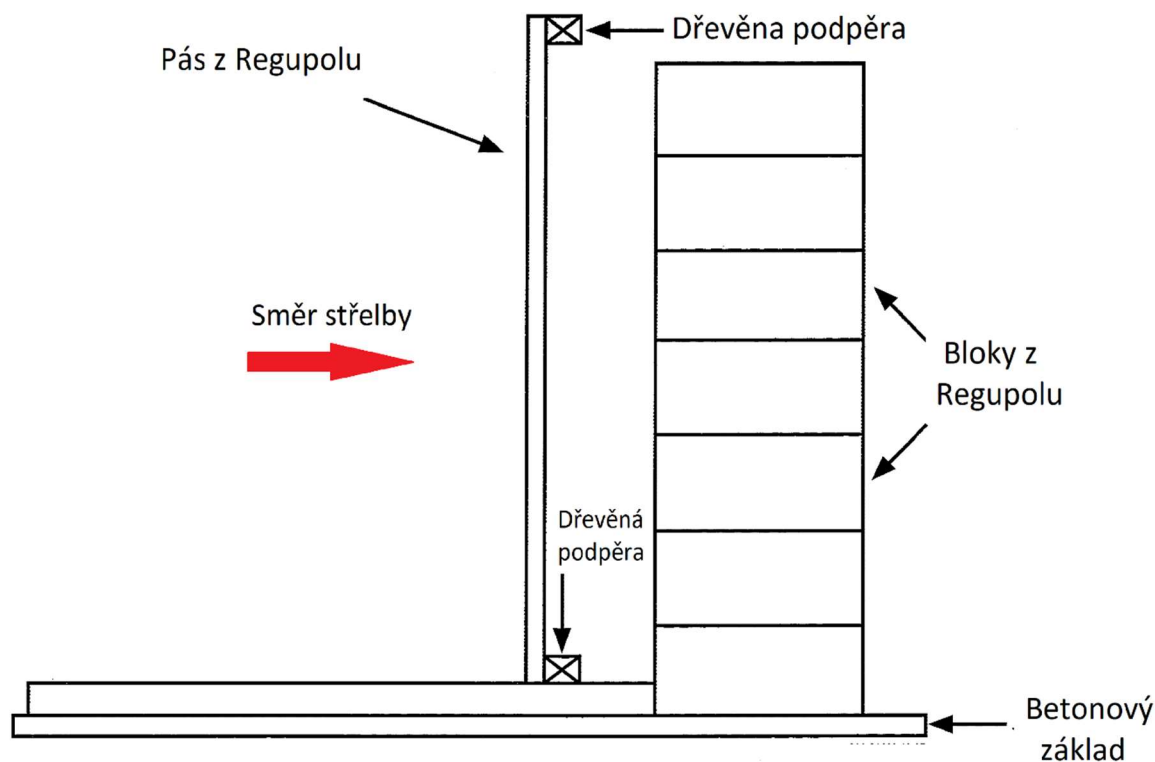
**Minimální balistická životnost:** 10 000 střel [6]

**Popis konstrukce:** Elastické bloky vyrobené z materiálu Regupol 1250. Regupol je vyrobený z recyklovaného materiálu, polyuretanové a gumové granule. Rozměry bloků jsou 50 x 50 x 20 centimetrů. Materiál je velice odolný proti povětrnostním vlivům, teplu i UV záření, a proto je vhodný i pro venkovní použití. Před bloky je jako ochrana střelce proti střepinám zavěšen pás z materiálu Regupol o tloušťce 1 až 2 centimetry. [6]

**Doba instalace:** 2 dny [6]

**Údržba:** Bloky se vyměňují, jakmile dosáhnou své životnosti. [6]

**Funkční vlastnosti:** Střela pronikne pásem až do bloku, kde ztratí svou energii a zastaví se. Střely jsou vcelku a dále nefragmentují. [6]



Obrázek 26 – Regupol [6, upraveno autorem]

## 5.18. Spirála

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 NATO [6]

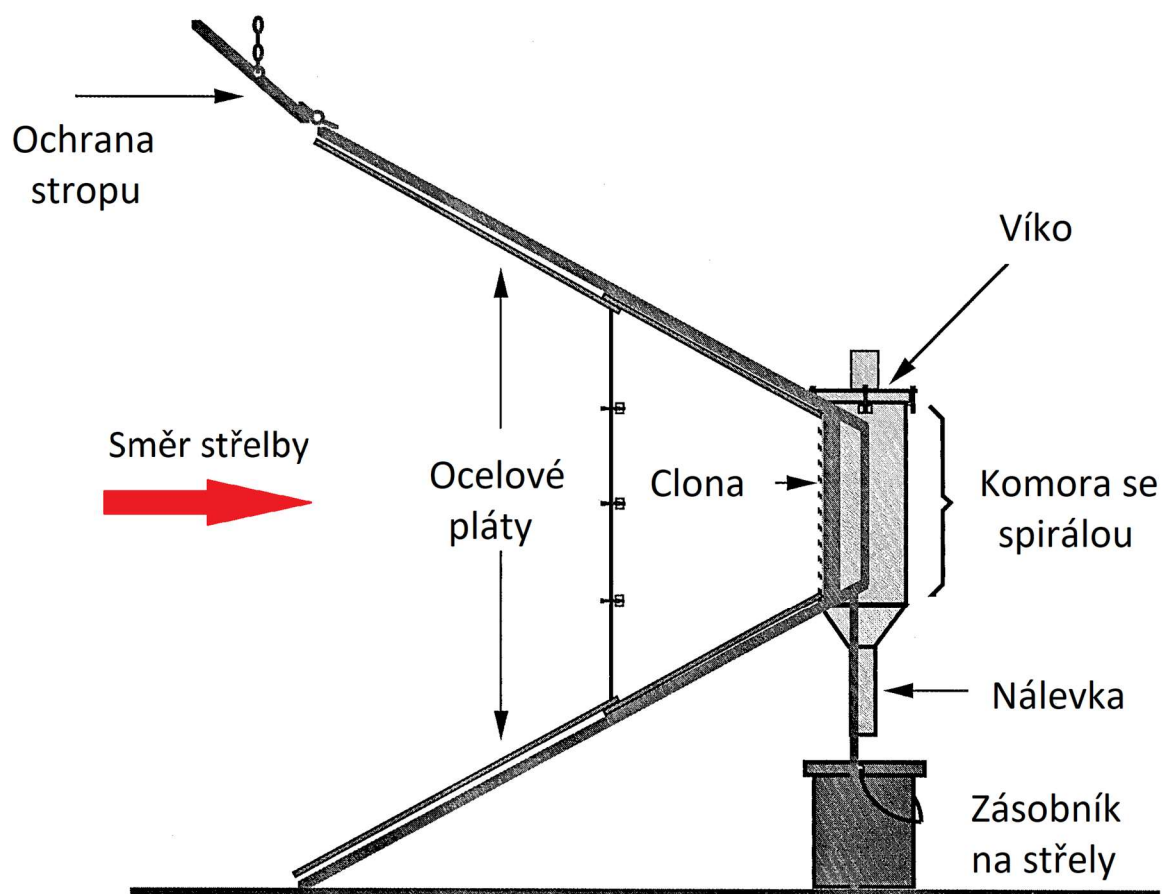
**Minimální balistická životnost:** 500 000 střel [6]

**Popis konstrukce:** Modulárně volně stojící lapač se čtyřmi ocelovými pláty. Jedná se o modulární volně stojící záchyt se čtyřmi úhlovými tvrzenými ocelovými deskami, které jsou zakončeny svislou spirálou. [6]

**Instalace:** Několik hodin [6]

**Údržba:** Pravidelné vyprazdňování zásobníku na střely. [6]

**Funkční vlastnosti:** Čtyři desky odklání pomocí svého naklonění střelu přes clonu dovnitř do spirálové komory, kde se střela otáčí a zpomaluje. Střela po svém zastavení spadne do zásobníku na střely. [6]



Obrázek 27 – Spirála [6, upraveno autorem]

### 5.19. Stěna z granulátu

**Maximální balistická odolnost:** 7,62 Nato [6]

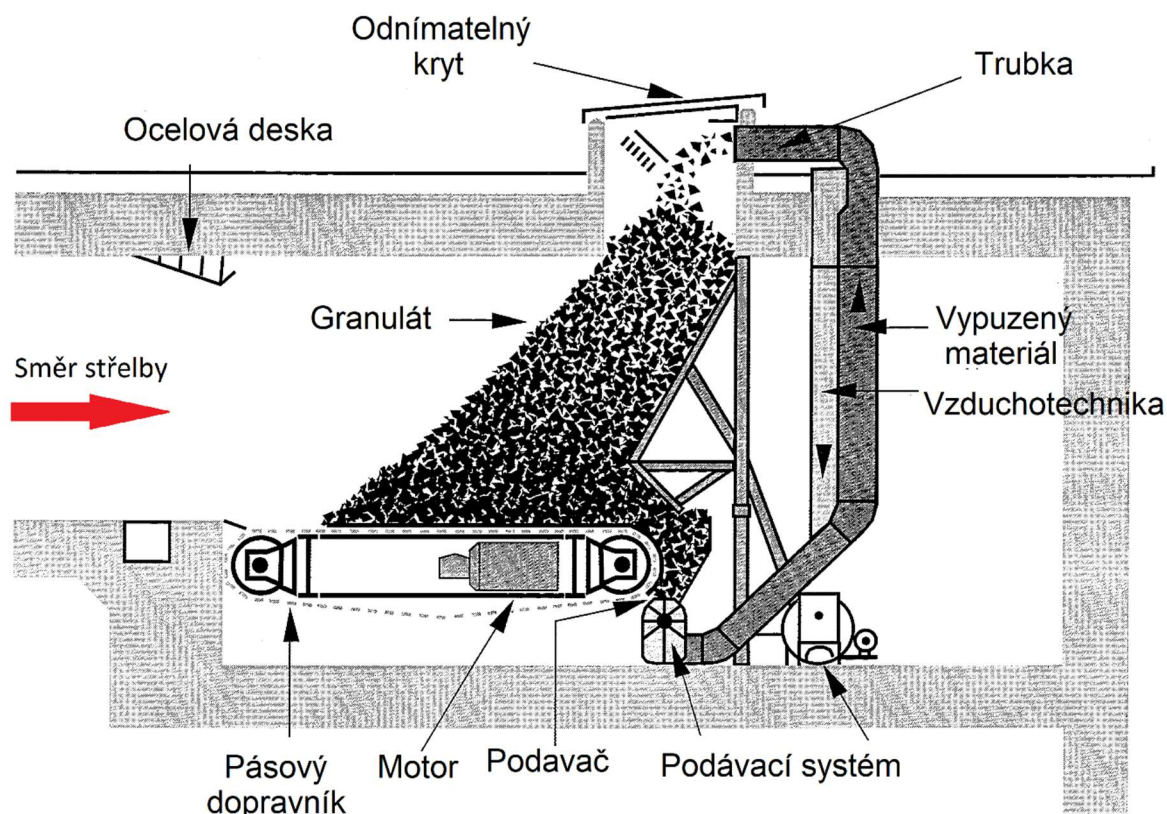
**Minimální balistická životnost:** 100 000 střel, než se musí dosypat granulát, výrobce uvádí, že jedno místo musí vydržet minimálně 75 000 střel, některé zdroje uvádí, že dopadiště vydrželo do sanace více než 1 000 000 střel.

**Popis konstrukce:** Konstrukce je ocelová ve tvaru lichoběžníku nebo nakloněné roviny, na kterou je ve vrstvě nasypána gumová frakce o velikosti 2 až 7 centimetrů. [6]

**Instalace:** Dva dny

**Údržba:** Po cca 100 000 ranách dosypání granulátu na chybějících místech, v případě naplnění sanace a oddělení téměř neporušených střel od gumové frakce, dopravníková a prosévací jednotka může být již součástí samotného dopadiště.

**Funkční vlastnosti:** Střela dopadne do gumového granulátu, kde ztrácí rychlost, zastavuje se. Střely jsou většinou neporušené. [6]



Obrázek 28 - Stěna z granulátu [6, upraveno autorem]

## 5.20. Val z písku

**Maximální balistická odolnost:** .50 [6]

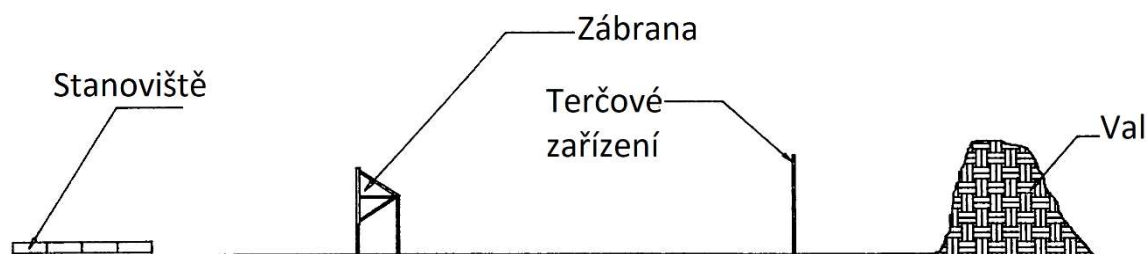
**Minimální balistická životnost:** 1 000 000 – odhad autora

**Popis konstrukce:** Val z hlíny nebo písku, jehož výška je dána vzdáleností střeleckých stanovišť, použitými zbraněmi a způsobem střelby. Vhodné je postavit zábranu, která zamezuje opuštění střely z prostoru střelnice, nebo přestřelení valu.

**Instalace:** Několik dní

**Údržba:** Pokud se val sesouvá a dochází k erozi půdy je nutné hlínu nebo písek přesypávat zpět na původní výšku a tloušťku valu.

**Funkční vlastnosti:** Střela narazí do valu, jímž prochází, ztrácí rychlost a zde zůstává.



Obrázek 29 - Val z písku nebo hlíny [6, upraveno autorem]

## 6. Optimalizace konstrukce dopadiště střel

Pro vzájemné porovnání uvedených balistických záchytů je důležitost výpočtu pravděpodobnosti poruch, pravděpodobnosti bezporuchového provozu a koeficientu bezpečnosti.

### 6.1. Intenzita poruch

Pro vyhodnocení balistických záchytů bylo zvoleno srovnání do tabulky dle zvolených parametrů. Tyto parametry jsou maximální balistická odolnost a minimální balistická životnost. Z těchto hodnot je vypočtena pomocí vzorce (1) intenzita poruch.

#### Intenzita poruch

$$\lambda(t) = \frac{1}{\text{Minimální balistická životnost}} \quad (1)$$

Výpočet měsíčního a ročního počtu výstřelů spočítáme, jak je uvedeno v tabulce 4. Počet 100 výstřelů na osobu byl stanoven s ohledem na průměrného střelce, který vystřelí 50 ks střeliva 9 mm a 50 ks střeliva 5,56 nebo 7,62 za 1 hodinu pobytu na střeleckém stanovišti. Celkový počet výstřelů za měsíc a za rok je orientační hodnotou, která udává zátěž, na kterou by při uvedeném provozu mělo plánované dopadiště balisticky vyhovět.

Tabulka 4 - Výpočet počtu výstřelů

	1
Počet výstřelů na osobu	100
<b>Celkový počet výstřelů za hodinu provozu</b>	<b>100</b>
Počet hodin denního provozu	8
Počet dní v provozu za měsíc	20
<b>Celkový počet hodin provozu za 1 měsíc</b>	<b>160</b>
<b>Celkový počet hodin provozu za 1 rok</b>	<b>1 920</b>
Celkový počet výstřelů za 1 měsíc	<b>16 000</b>
Celkový počet výstřelů za 1 rok při	<b>192 000</b>

V tabulce 5 je uveden počet výstřelů ve sledované době a minimální balistická životnost, která je uvedena u jednotlivých typů dopadišť. Sledovaný je počet výstřelů je po 1, 3, 6 a 12 měsících.

Tabulka 5 - Stanovení počtu výstřelů ve sledované době

t <sub>1</sub> =	16 000
t <sub>2</sub> =	48 000
t <sub>3</sub> =	96 000
t <sub>4</sub> =	192 000
t <sub>max</sub> =	Minimální balistická životnost

### Výpočet pravděpodobnosti bezporuchového provozu

Hodnota pravděpodobnosti bezporuchového provozu záchytu klesá podle exponenciály v závislosti na hodnotě intenzity poruch  $\lambda(t)$  daného záchytu, a počtu střel který byl vystřelen za stanovenou dobu  $t$ . Výsledek je udáván v procentech.

$$R(t_1, t_2) = \frac{R(t_2)}{R(t_1)} = \frac{e^{-\int_0^{t_2} \lambda(t) dt}}{e^{-\int_0^{t_1} \lambda(t) dt}} = e^{-\int_{t_1}^{t_2} \lambda(t) dt} = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} = e^{-\lambda(\Delta t)} \cdot 100\% \quad (2)$$

### Výpočet pravděpodobnosti vzniku poruchy

Na základě vztahu (2) definujeme pravděpodobnost vzniku poruchy opět udanou v procentech.

$$Q(t) = 1 - R(t_i) \cdot 100\% \quad (3)$$

Uvedené výpočty byly provedeny pomocí funkcí v Excelu pro hodnoty  $t_1$ , což počet výstřelů za sledovanou dobu, 8 hodin provozu, 20 dní v měsíci.



Dopadiště, která nevyhovují měsíčnímu provozu byly barevně označeny a z dalšího výpočtu vyřazeny jako nevyhovující. Podmínka pro vyřazení dopadiště z dalších výpočtů je dána vztahem (4). Tato podmínka stanovuje, že pravděpodobnost vzniku poruchy nesmí být větší nebo rovna 50 % pravděpodobnosti.

$$\widehat{Q}(t) \geq 50 \% \quad (4)$$

V tabulkách s výpočty jsou seřazeny dopadiště a sledované hodnoty. Tyto hodnoty jsou:

$Z_{\max}$  – Maximální balistická odolnost

$t_p$  – Minimální balistická životnost

$\lambda_{(t)}$  - intenzita poruch daného záchytu

$R_{(t)}$  – Pravděpodobnost bezporuchového provozu

$Q_{(t)}$  – pravděpodobnost vzniku poruchy

V tabulce 7 je prováděn výpočet pro  $t(1) = 16\,000$  výstřelů. Což se rovná jedno měsíčnímu provozu záchytu.

Tabulka 6 - Výpočet  $R(t_1)$  a  $Q(t_1)$

Číslo	Název dopadiště	$Z_{\max}$	$t_p$	$\lambda$	$t(1)$	$R(t_1) - \%$	$Q(t_1) - \%$
1	Granulát s gumou	.50	50 000	2,00E-05	16000,00	73%	27%
2	Gumové bloky s regulačními kanálky	7,62 NATO	20 000	5,00E-05	16000,00	45%	<b>55%</b>
3	Přenosný záchyt	Pistole	10 000	1,00E-04	16000,00	20%	<b>80%</b>
4	Pásky	.50	50 000	2,00E-05	16000,00	73%	27%
5	Šnekový záchyt	.50	250 000	4,00E-06	16000,00	94%	6%
6	Spirála	7,62 NATO	25 000	4,00E-05	16000,00	53%	47%
7	Sendvičový záchyt	.50	2000	5,00E-04	16000,00	0%	<b>100%</b>
8	Dřevěný záchyt	.50	100 000	1,00E-05	16000,00	85%	15%
9	Nakloněná ocelová deska s pískem	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	16000,00	85%	15%
10	Nakloněná ocelová deska s vodou	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	16000,00	85%	15%
11	Gumové obklady	7,62 NATO	10000	1,00E-04	16000,00	20%	<b>80%</b>
12	Gumové bloky	7,62 NATO	10000	1,00E-04	16000,00	20%	<b>80%</b>
13	Nakloněná ocelová deska	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	16000,00	85%	15%
14	Ocelové lamely	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	16000,00	85%	15%
15	Pneumatiky	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	16000,00	85%	15%
16	Betonový záchyt	7,62 NATO	10 000	1,00E-04	16000,00	20%	<b>80%</b>
17	Regupol	7,62 NATO	10000	1,00E-04	16000,00	20%	<b>80%</b>
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2,00E-06	16000,00	97%	3%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1,00E-06	16000,00	98%	2%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1,00E-06	16000,00	98%	2%



Barevně označené záchyty jsou z dalšího výpočtu vyřazeny, důvodu nesplnění podmínky, pravděpodobnost vzniku poruchy. Následuje výpočet pro  $t_2 = 48\,000$  výstřelů, což odpovídá 3 měsícům provozu.

Tabulka 7 - Výpočet  $R(t_2)$  a  $Q(t_2)$

Číslo	Název dopadiště	$Z_{max}$	$t_p$	$\lambda$	$t(2)$	$R(t_2) - \%$	$Q(t_2) - \%$
1	Granulát s gumou	.50	50 000	2,00E-05	48000,00	38%	62%
4	Pásky	.50	50 000	2,00E-05	48000,00	38%	62%
5	Šnekový záchyt	.50	250 000	4,00E-06	48000,00	83%	17%
6	Spirála	7,62 NATO	25 000	4,00E-05	48000,00	15%	85%
8	Dřevěný záchyt	.50	100 000	1,00E-05	48000,00	62%	38%
9	Nakloněná ocelová deska s pískem	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	48000,00	62%	38%
10	Nakloněná ocelová deska s vodou	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	48000,00	62%	38%
13	Nakloněná ocelová deska	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	48000,00	62%	38%
14	Ocelové lamely	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	48000,00	62%	38%
15	Pneumatiky	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	48000,00	62%	38%
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2,00E-06	48000,00	91%	9%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1,00E-06	48000,00	95%	5%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1,00E-06	48000,00	95%	5%

Dopadiště, které nevyhověly podmínce pro 48 000 výstřelů jsou barevně označeny a vyřazeny z dalšího výpočtu pro  $t_3 = 96\,000$  výstřelů, které odpovídá šesti měsíčnímu provozu.

Tabulka 8 - Výpočet  $R(t_3)$  a  $Q(t_3)$

Číslo	Název dopadiště	$Z_{max}$	$t_p$	$\lambda$	$t(3)$	$R(t_3) - \%$	$Q(t_3) - \%$
5	Šnekový záchyt	.50	250 000	4,00E-06	96000,00	68%	32%
8	Dřevěný záchyt	.50	100 000	1,00E-05	96000,00	38%	62%
9	Nakloněná ocelová deska s pískem	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	96000,00	38%	62%
10	Nakloněná ocelová deska s vodou	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	96000,00	38%	62%
13	Nakloněná ocelová deska	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	96000,00	38%	62%
14	Ocelové lamely	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	96000,00	38%	62%
15	Pneumatiky	7,62 NATO	100 000	1,00E-05	96000,00	38%	62%
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2,00E-06	96000,00	83%	17%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1,00E-06	96000,00	91%	9%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1,00E-06	96000,00	91%	9%

Opět jsou vyřazeny záchyty, které nesplňují stanovenou podmínku. Tyto záchyty jsou barevně označeny a nejsou do dalšího výpočtu zařazeny. Následuje výpočet pro  $t_4 = 192\,000$  výstřelů, což odpovídá ročnímu provozu.

Tabulka 9 - Výpočet  $R(t_4)$  a  $Q(t_4)$

Číslo	Název dopadiště	$Z_{max}$	$t_p$	$\lambda$	$t(4)$	$R(t_4) - \%$	$Q(t_4) - \%$
5	Šnekový záchyt	.50	250 000	4,00E-06	192000,00	46%	54%
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2,00E-06	192000,00	68%	32%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1,00E-06	192000,00	83%	17%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1,00E-06	192000,00	83%	17%

Z tabulky 9 je patrné, že dané podmínky vyhovují 3 balistické záchyty, a to spirála, stěna z granulátu a val z písku nebo hlíny. Šnekový záchyt nevyhovuje podmínkám. V tabulce je barevně označen a není zahrnut do dalších výpočtů.

Poruchy, které mohou nastat za dobu životnosti dopadiště rozdělíme do 4 kategorií, ze kterých můžeme vyhodnotit pravděpodobný počet poruch na daný počet výstřelů. Pro tyto dopadiště určíme koeficienty bezpečnosti.

## 6.2. Kategorie poruch I

Poruchy kategorie I jsou poruchy s nejzávažnějšími důsledky. U člověka smrt, úplné zničení majetku a závažné dopady na životní prostředí. Porucha musí být extrémně nepravděpodobná. Intenzita poruchy musí být menší než  $10^{-12}$  na jeden výstřel, tj. jediná porucha na 1000 miliard. Koeficient byl zvolen o tři řády výše, než je tomu například u malorážných zbraní.

### Koeficient bezpečnosti pro Kategorii poruch I

$$k(t) = \frac{\lambda(t)}{1\,000\,000} \quad (5)$$

Tabulka 10 - Výpočet počtu poruch kategorie I

Číslo	Název dopadiště	$Z_{max}$	$t_p$	Počet poruch <b>Kategorie I</b> na uvedený počet výstřelů na dopadiště		$k(I)$	$Q(I) - \%$
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2	1,00E+12	2,00E-12	0%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1	1,00E+12	1,00E-12	0%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1	1,00E+12	1,00E-12	0%

### 6.3. Kategorie poruch II

Poruchy kategorie II jsou poruchy se závažnými důsledky. U člověka těžké zranění, vážné poškození majetku a vážné dopady na životní prostředí. Porucha musí být opět extrémně nepravděpodobná, proto intenzita poruchy musí být o jeden řád menší než porucha kategorie II, to je  $10^{-11}$  na jeden výstřel, tj. jediná porucha na 100 miliard.

#### Koeficient bezpečnosti pro Kategorii poruch II

$$k(t) = \frac{\lambda(t)}{100\,000} \quad (6)$$

Tabulka 11 - Výpočet počtu poruch Kategorie II

Číslo	Název dopadiště	Z <sub>max</sub>	t <sub>p</sub>	Počet poruch <b>Kategorie II</b> na uvedený počet výstřelů na dopadiště	k(II)	Q(II) - %	
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2	1,00E+11	2,00E-11	0%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1	1,00E+11	1,00E-11	0%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1	1,00E+11	1,00E-11	0%

### 6.4. Kategorie poruch III

Poruchy kategorie III jsou poruchy se závažnějšími důsledky. U člověka lehké zranění, lehké poškození majetku a lehké dopady na životní prostředí. Porucha musí být také extrémně nepravděpodobná, proto je intenzita poruchy jen o dva řády menší než porucha kategorie I, to je  $10^{-10}$  na jeden výstřel, tj. jediná porucha na 10 miliard.

#### Koeficient bezpečnosti pro Kategorii poruch III

$$k(t) = \frac{\lambda(t)}{10\,000} \quad (7)$$

Tabulka 12 - Výpočet počtu poruch Kategorie III

Číslo	Název dopadiště	Z <sub>max</sub>	t <sub>p</sub>	Počet poruch <b>Kategorie III</b> na uvedený počet výstřelů na dopadiště	k(III)	Q(III) - %	
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2	1,00E+10	2,00E-10	0%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1	1,00E+10	0,00000000010	0%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1	1,00E+10	1,00E-10	0%

### 6.5. Kategorie poruch IV

Poruchy kategorie IV jsou poruchy bez následků na člověka, majetek tak i životní prostředí. Intenzita poruchy je o tři řády menší než porucha kategorie I, to je  $10^{-9}$  na jeden výstřel, tj. jediná porucha na 100 milionů.

## Koeficient bezpečnosti pro Kategorii poruch IV

$$k(t) = \frac{\lambda(t)}{1\,000} \quad (8)$$

Tabulka 13 - Výpočet počtu poruch kategorie IV

Číslo	Název dopadiště	Z <sub>max</sub>	t <sub>p</sub>	Počet poruch <b>Kategorie VI</b> na uvedený počet výstřelů na dopadiště		k(IV)	Q(IV) - %
18	Spirála	7,62 NATO	500 000	2	1,00E+09	2,00E-09	0%
19	Stěna z granulátu	.50	1 000 000	1	1,00E+09	1,00E-09	0%
20	Val z písku	.50	1 000 000	1	1,00E+09	1,00E-09	0%

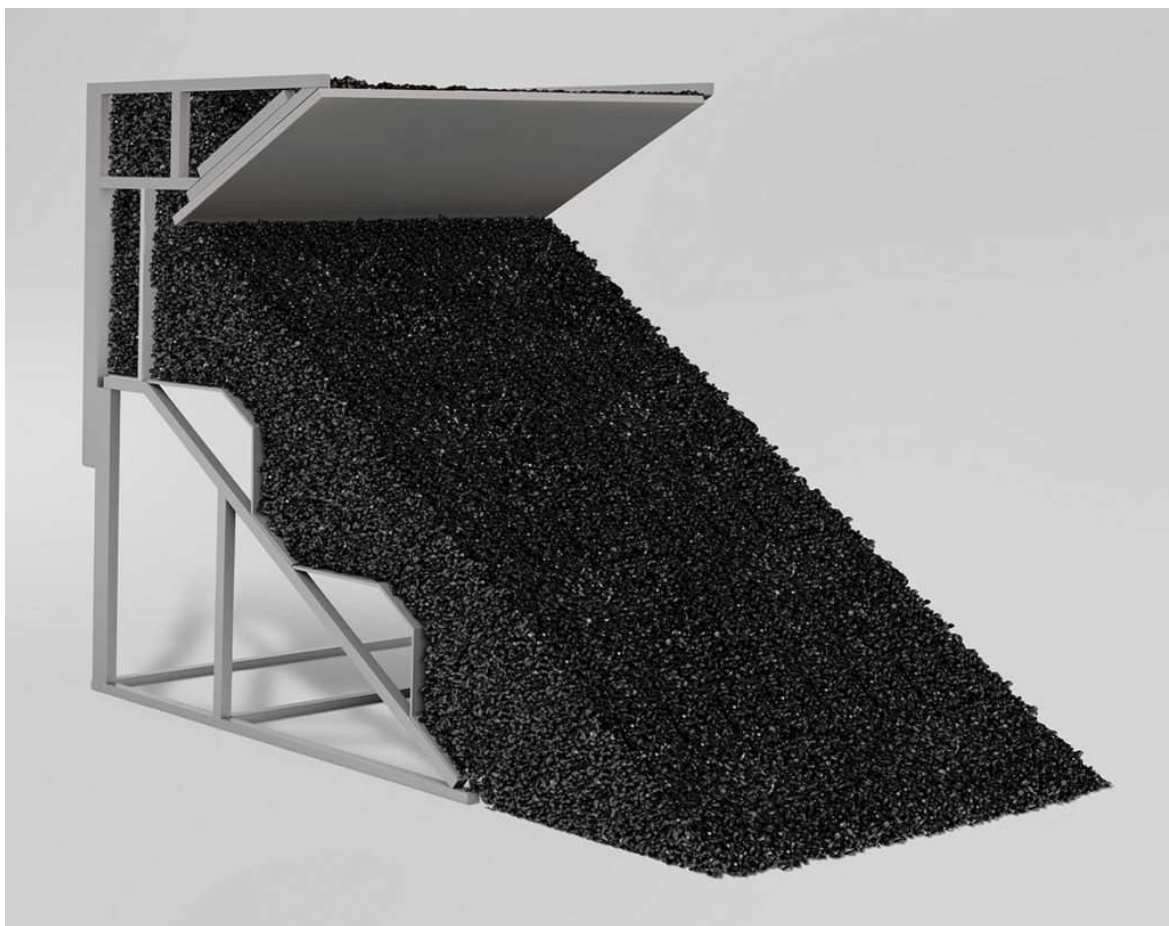
Z uvedených výpočtů vyplývá, že ve tvaru spirály nevyhovuje bezpečnostním požadavkům, které byly pro balistický záchyt zvoleny.

## 7. Optimální řešení dopadiště

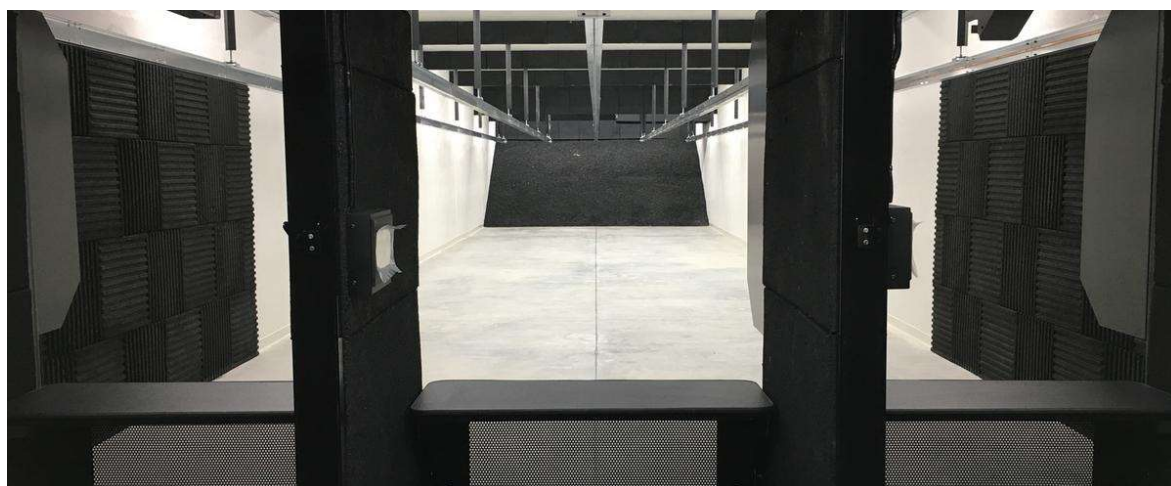
Z výsledků vyplývá, že z hlediska poruch a bezpečnosti vyhovuje val z písku a stěna z granulátu. Z hlediska maximální balistické odolnosti do ráže .50 a maximální balistickou životností je docíleno oběma záchyty. Z pohledu ekologie záchyt z pískového nebo hliněného valu nevyhovuje, oproti stěně z granulátu.

Podle práva je záchyt z granulátu bez negativní odezvy a vzhledem k jeho konstrukci je docíleno maximalizace ochrany životního prostředí, a to jednak tím, že střela při dopadu nefragmentuje, nevznikají mikročástice a neuvolňují se nebezpečné páry olova, střely nepronikají do půdy, tudíž nehrozí riziko kontaminace půdy ani podzemních vod a následná recyklace, jak střel, tak použité gumy, kterou je možné použít opakovaně, je zaručena, jak je možné se dočíst v příloze A.

Podobný typ dopadiště je dodáván společností Meggitt Training Systems Inc., se sídlem 296 Brogdon Road, Suwanee, Georgia 30024. Cena tohoto dopadiště je dle cenové nabídky, kterou si autor nechal vypracovat a je uvedena v příloze B v přepočtu při kurzu 1 USD = 25,00 CZK, 1 236 628 CZK, včetně montáže dopadiště.



*Obrázek 30 - Dopadiště od firmy Meggitt Training Systems Inc., [13]*



*Obrázek 31 - Střelnice z pohledu střelce [25]*

## 8. Závěr

V této práci jsou rozděleny střelnice, dle ČSN, rozepsány požadavky kladené na střelnice a rozebrány právní aspekty uvedení střelnice do provozu a jejího provozu. V praktické části jsou popsány nejčastější typy balistických záchytů, které jsou v rámci jejich optimalizace rozděleny podle minimální balistické životnosti, maximální balistické odolnosti. Pro vzájemné porovnání uvedených balistických záchytů je vypočtena pravděpodobnost poruch, pravděpodobnosti bezporuchového provozu a koeficientu bezpečnosti, na základě kterého byly stanoveny kategorie jednotlivých poruch a vysloveny bezpečnostní požadavky. Na základě výsledků vychází jako optimální dopadiště stěna z granulátu. Toto dopadiště je vhodné jak pro vnitřní, tak venkovní střelnici. Splňuje všechny požadavky, které byly stanoveny.

## 9. Použité zdroje

[1] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 119/2002 Sb.: O střelných zbraních a střelivu. In: 7/2016. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2016, částka 89, číslo 119/2002, s. 48. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [www.mvcr.cz](http://www.mvcr.cz). S úpravou k 1. 8. 2017

[2] ČESKÁ REPUBLIKA. Střelnice. Česká technická norma: 39 5401: Civilní střelné zbraně a střelivo – Střelnice pro ruční palné a plynové zbraně. In: 10084. Praha: Český normalizační institut, 1997, ročník 1, částka 1089/97, ČSN 395401, 8590963262819.

[3] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 500/2002 Sb., soudní řád správní Dostupné také z: [www.mvcr.cz](http://www.mvcr.cz).

[4] TERINGEL J., KREML A.: Zákon č. 119/2002 Sb., o zbraních, Komentář 1.vydání, Praha: Wolters Kluwer ČR a.s., 2009. 548 s. ISBN 978-80-7357-461-1.

[5] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 221/2017 Sb.: O provedení některých ustanovení zákona o zbraních. In: 2017. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2017, částka 80, číslo 221/2017, ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [www.mvcr.cz](http://www.mvcr.cz). S úpravou k 19. 7. 2017

[6] Webová stránka: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a308438.pdf>

[7] ČSN 01 6910 Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997.

[8] ČSN ISO 690 Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996.

[9] Komenda, J. *Střelivo LSOZ*. [Skripta]. Ostrava: VŠB-TU, FS, 2006.

[10] Webová stránka: <http://www.mvcr.cz/clanek/vyklad-nekterych-ustanoveni-zakona-o-zbranich.aspx>

[11] Webová stránka: <https://www.zakonyprolidi.cz>

[12] Webová stránka: <https://meggitttrainingsystems.com/wp-content/uploads/2019/01/Grantrap-Brochure.pdf>

[13] Webová stránka: <https://meggitttrainingsystems.com/live-fire-training/law-enforcement-commercial-live-fire/bullet-traps/>

[14]                      Webová                      stránka:                      <https://meggitttrainingsystems.com/wp-content/uploads/2019/01/Grantrap-Brochure.pdf>

[15] Webová stránka: <http://www.oos-data.army.cz/cos/cos/130004.pdf>

[16]    Webová    stránka:  
[https://www.unodc.org/documents/southeastasiaandpacific/Publications/2014/border-academy/Model\\_Border\\_Academy\\_S2\\_M3.pdf](https://www.unodc.org/documents/southeastasiaandpacific/Publications/2014/border-academy/Model_Border_Academy_S2_M3.pdf)

[17]    Webová    stránka:  
[https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fstatic.dezeen.com%2Fuploads%2F2015%2F10%2FPan-Am-Games-Shooting-Venue\\_Magma-Architecture\\_Christie-Mills\\_dezeen\\_936\\_3.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.dezeen.com%2F2015%2F11%2F01%2Fmagma-architecture-shooting-range-toronto-2015-pan-american-games-architecture-ontario-canada%2F&docid=3XXMOQypx1rbvM&tbnid=ugCQGGRl3KeT9M%3A&vet=1&w=936&h=583&itg=1&bih=722&biw=1536&ved=2ahUKEwiq35\\_CjLvpAhXJsaQKHxa3A5gQxiAoB\\_XoECAEQJQ&iact=c&ictx=1](https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fstatic.dezeen.com%2Fuploads%2F2015%2F10%2FPan-Am-Games-Shooting-Venue_Magma-Architecture_Christie-Mills_dezeen_936_3.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.dezeen.com%2F2015%2F11%2F01%2Fmagma-architecture-shooting-range-toronto-2015-pan-american-games-architecture-ontario-canada%2F&docid=3XXMOQypx1rbvM&tbnid=ugCQGGRl3KeT9M%3A&vet=1&w=936&h=583&itg=1&bih=722&biw=1536&ved=2ahUKEwiq35_CjLvpAhXJsaQKHxa3A5gQxiAoB_XoECAEQJQ&iact=c&ictx=1)

[18] Webová stránka: <https://www.actiontarget.com/categories/bullet-traps/>

[19] Webová stránka: <https://www.architecturalarmour.com/security-products/security-glass/bullet-resistant-glass>

[20] Webová stránka: <https://www.tssbulletproof.com/blog/premium-ballistic-frames-offer-huge-boosts-sustainability-multi-threat-risk-mitigation/>

[21]                      Webová                      stránka:                      <https://oasisspecialtyglass.com/is-bullet-resistant-glass-necessary-for-your-business/>

[22] Webová stránka: <https://www.deztacticalarms.com/indoor-range.html>

[23] Webová stránka: <https://www.actiontarget.com/tag/shooting-stall/>

[24]                      Webová                      stránka:                      [https://skvelematrace.cz/akusticke-peny/490-acousticfoam-jehlan-7-cm.html?gclid=CjwKCAjwwYP2BRBGEiwAkoBpAr0ipx2yNrgPxcPtt4cp2U2jcArFSvQdR8\\_HkPvvMiMjJtnGxr7iQhoCTKIQA\\_vD\\_BwE](https://skvelematrace.cz/akusticke-peny/490-acousticfoam-jehlan-7-cm.html?gclid=CjwKCAjwwYP2BRBGEiwAkoBpAr0ipx2yNrgPxcPtt4cp2U2jcArFSvQdR8_HkPvvMiMjJtnGxr7iQhoCTKIQA_vD_BwE)

[25] Webová stránka: <https://www.deztacticalarms.com/indoor-range.html>



## 10. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Druhy střelnic [2].....	12
Tabulka 2 - Rozdělení do tříd [2] .....	12
Tabulka 3 - Rozdělení do skupin [2] .....	12
Tabulka 4 - Výpočet počtu výstřelů.....	55
Tabulka 5 - Stanovení počtu výstřelů ve sledované době .....	55
Tabulka 6 - Výpočet $R(t_1)$ a $Q(t_1)$ .....	56
Tabulka 7 - Výpočet $R(t_2)$ a $Q(t_2)$ .....	57
Tabulka 8 - Výpočet $R(t_3)$ a $Q(t_3)$ .....	57
Tabulka 9 - Výpočet $R(t_4)$ a $Q(t_4)$ .....	58
Tabulka 10 - Výpočet počtu poruch kategorie I.....	58
Tabulka 11 - Výpočet počtu poruch Kategorie II .....	59
Tabulka 12 - Výpočet počtu poruch Kategorie III .....	59
Tabulka 13 - Výpočet počtu poruch kategorie IV .....	60

## 11. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Využití valů u kombinovaných střelnic [16, upraveno autorem] .....	23
Obrázek 2 - Clony u venkovní střelnice [17, upraveno autorem] .....	23
Obrázek 3 - Clony umístěné pod stropem [18, upraveno autorem] .....	24
Obrázek 4 – Nutná tloušťka skla podle zvolené ráže [19, upraveno autorem] .....	25
Obrázek 5 - Uložení v balistickém rámu [20] .....	25
Obrázek 6 - Příklad instalace okna [21, upraveno autorem] .....	26
Obrázek 7 - Dveře do střeleckého tunelu [22] .....	27
Obrázek 8 - Prosklené střelecké stanoviště [23, upraveno autorem] .....	27
Obrázek 9 – Plamafon [24, upraveno autorem] .....	28
Obrázek 10 - Obklad z recyklované gumy [18, upraveno autorem] .....	29
Obrázek 11 – Granulát s gumou [6, upraveno autorem] .....	31
Obrázek 12 – Gumové bloky s regeneračními kanálky [6, upraveno autorem] .....	32
Obrázek 13 - Přenosný záchyt [6, upraveno autorem] .....	33
Obrázek 14 – Pásy [6, upraveno autorem] .....	35
Obrázek 15 - Šnekový záchyt, [6, upraveno autorem] .....	36
Obrázek 16 – Spirálový záchyt, [6, upraveno autorem] .....	37
Obrázek 17 - Sendvičový záchyt s granulátem, [6, upraveno autorem] .....	38
Obrázek 18 – Dřevěný záchyt [6, upraveno autorem] .....	40
Obrázek 19 – Nakloněná ocelová deska s pískovým záchytem [6, upraveno autorem] .....	42
Obrázek 20 - Nakloněná ocelová deska s vodou [6, upraveno autorem] .....	43

Obrázek 21 - Gumové bloky [6, upraveno autorem] .....	45
Obrázek 22 – Nakloněná ocelová deska [6, upraveno autorem].....	47
Obrázek 23 -Ocelové lamely [6, upraveno autorem].....	48
Obrázek 24 – Pneumatiky [6, upraveno autorem].....	49
Obrázek 25 - Betonové panely [6, upraveno autorem].....	50
Obrázek 26 – Regupol [6, upraveno autorem].....	51
Obrázek 27 – Spirála [6, upraveno autorem] .....	52
Obrázek 28 - Stěna z granulátu [6, upraveno autorem] .....	53
Obrázek 29 - Val z písku nebo hlíny [6, upraveno autorem] .....	54
Obrázek 30 - Dopadiště od firmy Meggitt Training Systems Inc., [13].....	61
Obrázek 31 - Střelnice z pohledu střelce [25] .....	61

## 12. Přílohy

### 12.1. Seznam příloh

Číslo přílohy	Název přílohy
A	Cenová nabídka od firmy Meggitt Training Systems Inc.,
B	Leták od společnosti Meggitt Training Systems Inc.,